BIOLOGÍA

Biología 1

FRANCISCO JAVIER TREJO BENÍTEZ
BLANCA SUSANA CRUZ ULLOA
MARÍA CLARETH DE HITA MONTAÑO

EDITORIAL PATRIA

Scanned with CamScanner

Scanned with CamScanner

BIOLOGÍA

FRANCISCO JAVIER TREJO BENÍTEZ

BLANCA SUSANA CRUZ ULLOA

MARÍA CLARETH DE HITA MONTAÑO

1

PRIMERA EDICIÓN

MÉXICO, 2003

EDITORIAL PATRIA

Scanned with CamScanner

Para establecer comunicación con nosotros puede hacerlo por:

correo:
Renacimiento 180, Col. San Juan Tlihuaca, Azcapotzalco, 02400, México, D.F.

fax pedidos:
(01 55) 5561 4063 • 5561 5231

e-mail:
info@patriacultural.com.mx

home page:
www.patriacultural.com.mx

Dirección editorial: María Antonia Chávez Arellano
Coordinación editorial: Claudia Medina Martínez / Mary Alegría Estrada
Diseño de portada: Carlos Aguirre
Ilustración: Fondo gráfico Grupo Patria Cultural
Diseño de interiores: Myrart Comunicación Gráfica
Tipografía y Formación: Grupo Patria Cultural

Biología 1
Derechos reservados

© 2003 Francisco Javier Trejo Benítez
Blanca Susana Cruz Ulloa
María Clareth De Hita Montaño
© 2003, GRUPO PATRIA CULTURAL, S.A. de C.V.
bajo el sello de Editorial Patria
Renacimiento 180, Colonia San Juan Tlihuaca,
Delegación Azcapotzalco. C.P. 02400, México, D.F.

Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial
Registro núm. 43

ISBN: 970-24-0415-0 (venta especial)
ISBN: 970-24-0417-7 (venta normal)

Queda prohibida la reproducción o transmisión total o parcial del contenido de la presente obra en cualesquiera formas, sean electrónicas o mecánicas, sin el consentimiento previo y por escrito del editor.

Impreso en México
Printed in Mexico

Primera edición: 2003

Scanned with CamScanner

ÍNDICE

Presentación ----- 5

UNIDAD 1
El mundo vivo y la ciencia que lo estudia ----- 7

1. Historia y desarrollo de la biología ----- 9
   1.1 Los primeros conocimientos sobre los seres vivos ----- 9
   1.2 Los trabajos de clasificación de Aristóteles ----- 9
   1.3 La Edad Media y el Renacimiento: herbolaria, medicina y anatomía ----- 9
   1.4 El descubrimiento del mundo microscópico: Leeuwenhoek y Linné ----- 10
   1.5 Evolución y herencia: Darwin y Mendel ----- 10
   1.6 La teoría sintética de la evolución ----- 11
   1.7 El panorama actual ----- 11
   1.8 Biología y sociedad: la relación de la biología con otras ciencias --- 12
   1.9 Importancia del conocimiento biológico en la conservación de la vida ----- 15
2. Los seres vivos: el objeto de estudio de la biología ----- 17
   2.1 Las características de los seres vivos (crecimiento, reproducción, irritabilidad, movimiento, metabolismo, organización, adaptación) --- 17
   2.2 Componentes de los seres vivos: elementos, moléculas y células --- 20
3. Los métodos de la biología ----- 22
   3.1 Conocimiento subjetivo y objetivo ----- 22
   3.2 El conocimiento empírico y el método científico ----- 24
   3.3 La experimentación en biología ----- 28
   3.4 El método de comparación en biología ----- 32
   3.5 El método de observación en biología ----- 32
4. Laboratorio escolar, su estructura y su manejo ----- 34
   4.1 Función del laboratorio escolar ----- 34
   4.2 Instalaciones y material de laboratorio ----- 34
   4.3 Normas de seguridad de uso y manejo del material ----- 36
   4.4 Ejemplos de trabajo en el laboratorio ----- 36
5. Prácticas de campo ----- 40
   5.1 Su función ----- 40
   5.2 Los materiales de la salida de campo ----- 40
   5.3 Ejemplos de investigaciones de campo ----- 41
6. Sentido y utilidad de los conocimientos biológicos ----- 43
   6.1 Conocimiento de los seres vivos ----- 43
   6.2 Salud ----- 43
   6.3 Alimentación ----- 45
   6.4 Conservación ambiental ----- 46
   Glosario ----- 48

UNIDAD 2.
Evolución: Cambio de los seres vivos a través del tiempo ----- 51

1. Primeras ideas evolutivas ----- 53
   1.1 Teorías preevolucionistas: el fijismo ----- 54
   1.2 Lamarck ----- 54
2. Darwin y la teoría de la selección natural ----- 56
   2.1 El viaje de Darwin ----- 56
   2.2 La influencia de Malthus en el trabajo de Darwin ----- 59
   2.3 Wallace y su teoría sobre el origen de las especies ----- 59
   2.4 La publicación de *El origen de las especies* ----- 60
3. Variación y adaptación ----- 65
   3.1 Evolución: diversidad y adaptación ----- 65
   3.2 La especiación como fuente de la biodiversidad ----- 67
   3.3 Causas de la especiación ----- 67
   3.4 Tipos de adaptación ----- 69
4. El neodarwinismo: nuevas evidencias para la teoría de la evolución ----- 77
   4.1 Otras evidencias evolutivas ----- 79
   Glosario ----- 86

UNIDAD 3
Los seres vivos en el planeta ----- 89

1. El origen de la vida ----- 91
   1.1 La generación espontánea ----- 91
   1.2 Los experimentos de Needham y Spallanzani ----- 95
   1.3 Aportaciones de Louis Pasteur a la teoría de la biogénesis ----- 95
   1.4 La teoría de Oparin-Haldane ----- 96
   1.5 Urey y Miller ponen a prueba la hipótesis de la síntesis prebiótica -97
   1.6 Panspermia ----- 99
2. Las eras geológicas ----- 101
   2.1 Información a través de los fósiles ----- 101
   2.2 Procesos de fosilización ----- 102
   2.3 Técnicas de fechamiento de fósiles ----- 103
   2.4 Criterios para la división de las eras geológicas ----- 105
   2.5 La vida en las diferentes eras geológicas ----- 106
   2.6 Evolución humana ----- 108
3. La biodiversidad ----- 114
   3.1 Tipos de seres vivos ----- 114
   3.2 Importancia de la biodiversidad ----- 118
   3.3 Causas y consecuencias de la pérdida de especies ----- 119
   3.4 Extinción de especies ----- 121
   3.5 La diversidad biológica en México ----- 123
4. La clasificación de los seres vivos ----- 128
   4.1 Descripción de caracteres extrínsecos e intrínsecos ----- 128
   4.2 Las primeras clasificaciones ----- 128
   4.3 Los trabajos de Karl von Linné ----- 129
   4.4 Niveles taxonómicos ----- 129
   4.5 Los cinco reinos de los seres vivos ----- 132
   Glosario ----- 143

UNIDAD 4
Ecología: los seres vivos y su ambiente ----- 145

1. Concepto de ecología ----- 147
   1.1 Importancia del estudio de los procesos ecológicos ----- 147
2. Los sistemas ecológicos ----- 149
   2.1 Factores bióticos y abióticos del ambiente ----- 149
   2.2 Los ciclos del carbono, el nitrógeno y el agua ----- 155
   2.3 El principio de la fotosíntesis ----- 158
   2.4 Las cadenas alimentarias y la transferencia de energía ----- 159
   2.5 Niveles de organización: poblaciones y comunidades ----- 165
3. Los ecosistemas ----- 170
   3.1 La dinámica de un ecosistema ----- 170
   3.2 Diferentes tipos de ecosistemas ----- 174
   3.3 Los principales biomas de México ----- 179
4. Causas y consecuencias del deterioro ambiental ----- 183
   4.1 Deforestación y consecuencias ----- 183
   4.2 El sobrepastoreo ----- 184

Scanned with CamScanner

ÍNDICE

4.3 La contaminación ambiental ---- 184
4.4 Diferentes tipos de contaminación ---- 185
5. Acciones para prevenir problemas ambientales ---- 191
5.1 Acciones para la conservación, recuperación y mantenimiento de áreas naturales ---- 191
5.2 Alternativas para reducir el consumo de energía ---- 192
Glosario ---- 200

UNIDAD 5
Genética: la ciencia de la herencia ---- 203

1. Las ideas sobre la herencia antes de Mendel ---- 205
1.1 Los primeros procesos de domesticación ---- 206
1.2 La hibridación ---- 206
1.3 El descubrimiento de los gametos: espermatozoides y óvulos ---- 206
2. Los trabajos de Mendel ---- 209
2.1 Genotipo y fenotipo ---- 209
2.2 Dominancia y recesividad ---- 210
2.3 Las leyes de Gregor Mendel ---- 210
2.4 Los chícharos: una elección afortunada ---- 213
2.5 Herencia intermedia o dominancia incompleta ---- 213
3. El ADN (ácido desoxirribonucleico) ---- 215
3.1 El enigma de la estructura del ADN ---- 215
3.2 El modelo de Watson y Crick ---- 216
3.3 Funcionamiento general ---- 216
4. Cromosomas y genes ---- 218
4.1 ¿Qué es un gene? ---- 218
4.2 Cromosomas y su importancia ---- 218
4.3 El cariotipo ---- 218
5. Genética humana ---- 220
5.1 Morgan y sus experimentos sobre herencia ligada al sexo ---- 220
5.2 Enfermedades hereditarias y alteraciones genéticas ---- 221
5.3 La interacción entre los genes y el ambiente ---- 225
6. Manipulación genética ---- 226
6.1 Clonación de organismos ---- 231
6.2 Procesos de inseminación artificial ---- 232
6.3 Fecundación *in vitro* ---- 233
Glosario ---- 236
Bibliografía para el maestro ---- 237

Scanned with CamScanner

PRESENTACIÓN

En la actualidad, para los jóvenes como tú no resulta sorprendente enterarse de noticias acerca de la manipulación genética o de las imágenes virtuales de equipos médicos de diagnóstico, ya que los descubrimientos se realizan con gran frecuencia. Ejemplo de ello es el mapa genético de los seres humanos y de otras especies, el cual tiene muchas posibilidades de aplicación y reproducción en la medicina. En el caso de las ciencias ambientales, se han detectado problemas, entre los que destacan la disminución de la capa de ozono y el calentamiento gradual de la atmósfera.

Desde hace muchos años, el trabajo científico es realizado por el ser humano en todos los países, por lo que ahora podrás acercarte al producto de esa investigación y comprender algunos de los fenómenos que se presentan a tu alrededor.

De la misma manera que los científicos cuando fueron alumnos, hoy tú comienzas el camino para conocer y comprender esta fascinante disciplina. Por ello, en este curso de biología conocerás cuáles son las áreas que la conforman, los métodos más usados para la investigación de los seres vivos, los conceptos más importantes para comprender los procesos y fenómenos que dicha disciplina estudia, así como las teorías y avances tecnológicos que han dado pauta a los descubrimientos biológicos más sorprendentes de los últimos años.

Tal como lo indica su etimología (*bios* – vida y *logos* – tratado), la biología tiene como campo de conocimiento el estudio de la vida, de la cual nosotros, junto con los animales, las plantas y otros seres microscópicos, formamos parte. Al igual que todos los seres vivos hemos evolucionado y habitado este planeta durante miles de años, y desde hace algunas décadas, este hogar se encuentra en un grave deterioro como resultado de nuestras acciones, de la sobrepoblación y de otros factores. Así lo confirman la contaminación de la naturaleza, la destrucción de la capa de ozono y los cambios climáticos. Por ello, en *Biología 1* comprenderás que algunos de tus actos tienen consecuencias en tu entorno, y analizarás sus mecanismos, y que la responsabilidad y el cuidado del ambiente son actitudes indispensables para la supervivencia de la humanidad y de las demás especies que existen en el planeta. En este curso realizarás tus primeros experimentos siguiendo métodos sencillos, y tendrás un primer acercamiento al material e instalaciones de laboratorio cuyo conocimiento te resultará indispensable para el aprendizaje de la biología. Además, conocerás las principales hipótesis y teorías sobre el origen de la vida, el origen de las especies y su diversidad, y el origen del ser humano.

Biología 1 se estructuró de acuerdo con el enfoque educativo actual, que busca tu participación activa en su aprendizaje mediante la investigación, reflexión y actitud cooperativa. Para que puedas aprovechar al máximo esta obra, a continuación te explicamos cómo la hemos organizado.

Scanned with CamScanner

El libro se divide en cinco unidades, cada una de las cuales incluye al inicio:

- Introducción al tema. Aquí te presentamos información general relacionada con el tema para, posteriormente desarrollar el contenido correspondiente.
- Preguntas introductorias. Éstas tienen como fin indagar cuánto conoces acerca de los temas que se estudiarán, para que de esta forma tu maestra o maestro desarrolle las clases de acuerdo con los conocimientos previos que ustedes como grupo, posean.
- Conceptos clave. Son aquellos términos que te encontrarás en cada unidad y que constituyen los puntos más relevantes de las ideas de cada uno de los temas para hacerlos más comprensibles.

En el desarrollo de cada tema encontrarás breves apartados informativos que identificarás con el título *¿Sabías que...?*. En ellos encontrarás información atractiva y relacionada con temas relevantes. Respecto a las actividades, éstas son diferentes según el tema que se aborde. Así realizarás investigaciones bibliográficas, experimentos, prácticas de campo, ejercicios de reflexión y análisis.

Al finalizar la unidad, encontrarás actividades de consolidación que buscan integrar tus conocimientos y verificar si has comprendido los conceptos más importantes de los temas estudiados. Asimismo, a lo largo del texto aparecen palabras en color verde, cuyo significado puedes consultar en el glosario que se encuentra al final de cada unidad.

Así pues, te damos la bienvenida. Deseamos que este primer contacto con la biología sea sorpresivo, fructífero y alentador.

Los autores

Scanned with CamScanner

UNIDAD 1

EL MUNDO VIVO Y LA CIENCIA QUE LO ESTUDIA

La biología es la ciencia que describe y estudia a todos los seres vivos en la naturaleza. Su significado proviene de dos vocablos griegos: *bios* que significa "vida" y *logos* que se refiere a "estudio o tratado", es decir, estudio de la vida.

Todos los seres vivos estamos en estrecha relación unos con otros, así como con el medio que nos rodea. El estudio de la vida y sus cambios a lo largo del tiempo han sido de interés para el hombre. Desde sus orígenes, el ser humano usa a la naturaleza principalmente para tomar de ella alimento; después utilizó algunos recursos para la fabricación de herramientas y utensilios. Con el tiempo, el ser humano adquirió muchos conocimientos sobre la naturaleza y los transmitió a través de las generaciones. En la actualidad, el hombre reconoce la interrelación de los elementos que forman la naturaleza, así que busca la mejor manera de aprovecharla y, al mismo tiempo, conservarla y acrecentarla.

Scanned with CamScanner

PREGUNTAS INTRODUCTORIAS

1. ¿Qué estudia la biología?
2. ¿Qué características tienen los seres vivos?
3. ¿De qué están compuestos los seres vivos?
4. ¿Qué es el método científico?
5. ¿Cuál es la importancia de la biología?

CONCEPTOS CLAVE

- Los avances más significativos de la biología desde los siglos XVII y XVIII fueron la invención del microscopio, la clasificación de los seres vivos, la teoría sobre el origen de las especies y las leyes de la herencia.
- Las ciencias básicas para el desarrollo del conocimiento biológico son la física, la química, las matemáticas, la geografía y la geología, entre otras.
- Las ramas básicas de la biología actual son: la biología molecular, la citología, la genética, la ecología, la ciencia ambiental, la evolución, la paleontología, la anatomía y la fisiología.
- La biología es una ciencia que permite entender los procesos involucrados en la estabilidad de la naturaleza, además propone acciones para evitar las alteraciones que la afectan negativamente.
- Entre las características de los seres vivos tenemos la organización compleja de sus moléculas; la presencia de carbono e hidrógeno en todas ellas; así como las funciones que realizan: crecimiento, reproducción, irritabilidad, movimiento, organización y adaptación de sus poblaciones al medio.
- El método científico experimental se compone de las siguientes fases: observación, determinación del problema, elaboración de hipótesis, experimentación, elaboración de teorías y leyes.
- El laboratorio escolar es un espacio físico con mobiliario, instrumentos, materiales y equipo para desarrollar prácticas y ejercicios experimentales.
- Las prácticas de campo consisten en observaciones directas de los fenómenos u organismos que se investigan; además, son organizadas previamente y se llevan a cabo por medio de métodos, materiales y equipo adecuado.

Scanned with CamScanner

LECCIÓN 1

BIBLIOTECA

1. Historia y desarrollo de la biología

1.1 Los primeros conocimientos sobre los seres vivos

El hombre primitivo empleó los recursos de la naturaleza cuando descubrió las propiedades y beneficios alimentarios, medicinales, de refugio, habitación y de recreo que obtenía de ella. Con la elaboración de piedras filosas pudo cortar arbustos y árboles, y con las lanzas se convirtió en un hábil cazador que se organizaba con otros hombres para la captura y sacrificio de presas de gran tamaño (figura 1.1).

Poco a poco los grupos humanos aprendieron a ayudarse en varias actividades, y a utilizar el fuego. Su interés por la naturaleza se puede apreciar en las pinturas rupestres halladas en cavernas de Francia y España, las cuales reflejan su capacidad de observación, por los detalles de los dibujos de los animales y plantas.

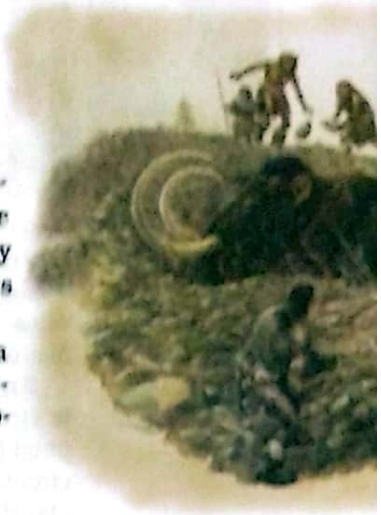


Fig. 1.1
El hombre primitivo transformó, procesó y utilizó los recursos naturales para su beneficio.

1.2 Los trabajos de clasificación de Aristóteles

En el siglo IV antes de nuestra era (a.n.e.), el reconocido filósofo griego Aristóteles (384-322 a.n.e) (figura 1.2), se destacó, entre otros aspectos, por sus trabajos de clasificación de los seres vivos, donde introdujo y codificó el procedimiento de clasificar las cosas por semejanzas y diferencias. La idea que rige la biología aristotélica es la de que cada cosa en la naturaleza trata de lograr la perfección. Esta idea lo llevó a establecer una escala ascendente de la naturaleza, que empezaba con los minerales, seguía con los vegetales, continuaba con los animales, cada vez más perfectos, según él, y culminaba con el ser humano.

Aristóteles clasificó a los seres vivos en tres grandes grupos:

- Las plantas, con un alma vegetativa que controlaba las actividades alimentarias y reproductoras.
- Los animales, con un alma vegetativa y un alma animal que regulaban el movimiento.
- El hombre, que además de tener las dos almas anteriores poseía un alma racional que gobernaba las actividades intelectuales.

Aristóteles estaba convencido de que nada cambiaba en el mundo y que las especies eran fijas. Su enorme autoridad, agregada al *Génesis* de la Biblia, alejaron de la mente de los pensadores, por más de dos mil años, la idea de que las cosas y los seres vivos pudieran cambiar.

Fig. 1.2
El filósofo griego Aristóteles fue el primero en estudiar a los seres vivos en forma organizada y sistemática.

1.3 La Edad Media y el Renacimiento: herbolaria, medicina y anatomía

Durante la Edad Media (500-1400 a.n.e.) se avanzó muy poco en el conocimiento de la naturaleza. En el llamado mundo occidental, durante casi 10 siglos la Iglesia fue la rectora de la economía, la política y la cultura. Los conocimientos se expresaban en función de los dogmas cristianos, con una filosofía idealista donde un dios todopoderoso creó el universo, las plantas, los animales y al hombre.

Scanned with CamScanner

Fig. 1.3 William Harvey observó la dirección de las válvulas de las arterias, las venas y del corazón, y dedujo la circulación sanguínea.

Quienes lograron conocer las propiedades medicinales de plantas y animales o su simple funcionamiento, eran perseguidos por la Iglesia católica, pues se creía que estas actividades eran brujería, y quienes las practicaban cometían **herejía**.

En la Edad Media, la ciencia árabe conservó, incrementó y transmitió los conocimientos griegos al mundo occidental. Avicena (980-1037), médico y filósofo árabe, estudió la anatomía y fisiología humanas basándose en escritos de Galeno (131-201), médico griego. Averraes (1126-1198), filósofo y médico musulmán, escribió y tradujo obras de filosofía, medicina, **farmacopea** y botánica. Rhazo, médico naturalista árabe, en su obra *Naturaleza*, criticó el pensamiento místico-vitalista que imperaba, y en el que se aceptaba que cada individuo estaba formado por un cuerpo y un alma, los cuales se separaban con la muerte.

A pesar de que en la Edad Media el conocimiento de la biología se estancó, hubo importantes aportaciones técnicas, como el cañón, la brújula, la imprenta, el molino de viento, el reloj mecánico y la navegación, mismas que permitieron el descubrimiento de América.

En el Renacimiento, en el siglo XV, hubo un desafío a la imagen del mundo de los medievales. Con una **filosofía materialista**, los pensadores de esta época explicaron los fenómenos naturales a través de la experimentación para descubrir las leyes que los regían.

En 1628, William Harvey, por medio de la observación y la experimentación, describió la circulación sanguínea en el cuerpo humano (figura 1.3). Posteriormente, Marcelo Malphigi (1628-1694), con la ayuda del microscopio, descubrió los **hemocapilares** que unen la circulación sanguínea de arterias y venas, comprobándose así las deducciones que había hecho Harvey acerca de que la sangre fluía en un circuito.

1.4 El descubrimiento del mundo microscópico: Leeuwenhoek y Linné

A fines del siglo XVII y principios del XVIII, Anton van Leeuwenhoek (1632-1723) pulió lentes de gran calidad y perfeccionó el microscopio de una sola lente, con lo que logró aumentos de la imagen obtenida hasta de 270 veces. Ello le permitió observar, describir y estudiar una infinidad de objetos y organismos de lo cual informó a la Real Sociedad durante 50 años. Leeuwenhoek descubrió las bacterias, los protozoarios, los glóbulos rojos, los espermatozoides humanos, varias especies de invertebrados, los vasos capilares en la cola de un pez y muchas cosas más. La importancia del descubrimiento de los microbios radica en que, posteriormente, se descubrió que muchas de las enfermedades son producidas por seres microscópicos, que sólo pueden verse con instrumentos de aumento (figura 1.4); se han creado medidas para erradicarlas y medicamentos para combatir sus efectos en la salud.

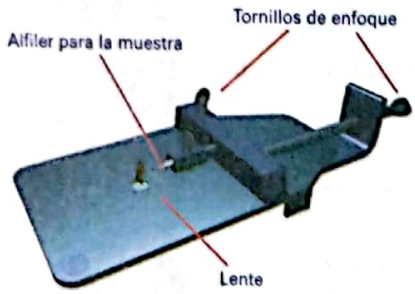


Fig. 1.4 Con este sencillo microscopio Leeuwenhoek observó los diminutos seres vivos que habitaban en el agua de una charca. Se observa por el lente montado en la abertura de la placa, en la punta del alfiler se coloca el objeto por examinar y se ajusta con los tornillos de enfoque.

En 1753 y 1758, Karl von Linné (1707-1778) –Linneo en castellano– publicó la clasificación de plantas y animales utilizando por primera vez un sistema de clasificación y nomenclatura **sistemáticas**. Linné creó el concepto de la nomenclatura binominal (género y especie), y estableció un esquema global de clasificación por semejanzas funcionales de las estructuras de plantas y animales. Bajo este sistema, cada organismo conocido recibe un nombre único que consta de dos partes. La primera es igual para todos los organismos del mismo **género**, mientras que la segunda parte lo distingue de los demás del mismo género; por ejemplo: *Felis catus* (gato), *Felis tigris* (tigre), *Phantera leo* (león), *Felis pardus* (leopardo).

1.5 Evolución y herencia: Darwin y Mendel

En el siglo XIX, Charles Robert Darwin (1809-1882) presentó su teoría sobre el origen de las especies por medio de la **variación** y la **selección natural**. Las observaciones que realizó

Scanned with CamScanner

sobre la fauna de África y Sudamérica durante su viaje de cinco años a bordo del *Beagle*, le permitieron proponer su teoría sobre la forma como se producía la evolución (figura 1.5).

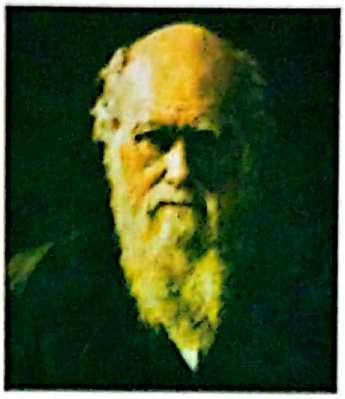


Fig. 1.5 Charles Robert Darwin, naturalista inglés, recopiló evidencias para sustentar su teoría de la evolución de las especies.

En la época de Gregor Johann Mendel (1822-1884), se creía que la herencia era el resultado conjunto de las influencias maternas y paternas, en las que se daba una mezcla de **linajes**. Sin embargo, Mendel logró demostrar que la herencia se basa en la interacción de factores individuales; es decir, en una **segregación** de partículas hereditarias en vez de un proceso de combinación de linajes por medio de la sangre. Sus investigaciones aportaron a la genética las bases para conocer la razón por la cual los descendientes se parecen físicamente a sus progenitores (transmisión de caracteres hereditarios) (figura 1.6).

Durante cinco años Mendel realizó experimentos cruzando plantas de chícharos hasta que descubrió las leyes de la herencia. La primera ley o de la segregación, explica que hay un par de factores individuales, que controlan cada rasgo y se separan (segregan) durante la formación de gametos o células sexuales, para después reunirse al azar en la fecundación o unión de éstas. La segunda ley o de la distribución independiente, expresa que los rasgos hereditarios se transmiten independientemente; es decir, la herencia de un carácter no influye en la herencia de un segundo o tercer carácter. En la actualidad, se ha profundizado mucho en la genética, razón por lo que se tiene una visión más clara al respecto.

1.6 La teoría sintética de la evolución

La teoría sintética de la evolución recurre a los conocimientos que aportan varias disciplinas de la biología, y explica con base en ellas el proceso de cambio que siguen las especies a través del tiempo. En la década de 1930, los científicos evolucionistas integraron los conocimientos relacionados con la evolución, la genética, las relaciones de las poblaciones con su ambiente, la anatomía, la embriología, la fisiología y los registros fósiles.

De esta forma se entendió que los cambios ocurren a nivel genético (en los cromosomas de los núcleos de la célula) en las poblaciones y que están regidos, entre otros factores por la selección natural (presión de los factores del ambiente sobre las poblaciones de manera que los individuos mejor adaptados persistan). Los evolucionistas neodarwinistas son científicos que apoyan la teoría de Darwin, la cual está fundamentada en los conceptos genéticos de Mendel y las aportaciones de otras ciencias; dichos conceptos siguen contribuyendo al entendimiento del proceso evolutivo con más profundidad.

Fig. 1.6 Gregor J. Mendel experimentó con plantas de chícharos y descubrió las leyes de la herencia.

Es importante hacer notar que cuando Darwin planteó su teoría, desconocía los principios genéticos que Mendel experimentó. La teoría sintética ha logrado reunir la teoría darwinista y los conocimientos de la genética moderna. Por ello, a esta teoría se le considera la base de la ciencia biológica actual, ya que a partir de ella se tienen nuevas ideas y conocimientos sobre la diversidad de los seres vivos.

1.7 El panorama actual

El estudio actual de la biología ha cambiado en gran medida con respecto a épocas pasadas, pues lo que ofrece ahora es una diversidad de campos de estudio apoyados por otras ciencias y áreas del conocimiento. La tecnología aporta nuevas herramientas y técnicas que facilitan el estudio de aspectos biológicos antes desconocidos, enriqueciendo así sus conocimientos y generando nuevos campos de trabajo importantes para la humanidad.

Scanned with CamScanner

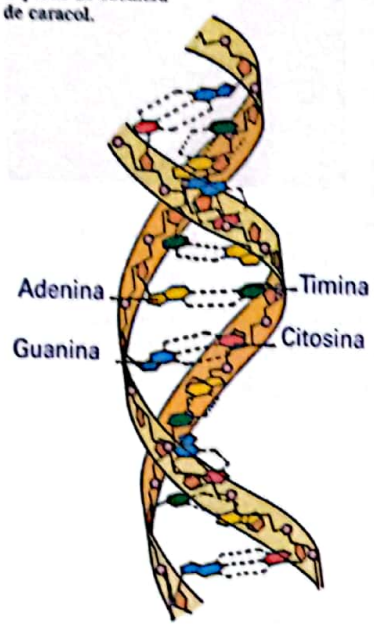


Fig. 1.7 Watson y Crick con su modelo helicoidal de estructura del ADN. Las instrucciones genéticas se encuentran en esta molécula con aspecto de escalera de caracol.

En 1953, James D. Watson y Francis H. Crick propusieron que la **molécula** del **ácido desoxirribonucleico** (**ADN**), consistía en una doble hélice. Este descubrimiento fue de gran repercusión en la ciencia biológica, pues impulsó el estudio de la herencia y la síntesis de proteínas y en general de la biología molecular (figura 1.7). Asimismo ofreció posibilidades insospechadas para el reconocimiento de los **cromosomas** y las **mutaciones**, e hizo posible el desarrollo de la ingeniería genética y de la **manipulación de genes**. La aplicación de los conocimientos se orienta principalmente a la búsqueda del mejoramiento de especies vegetales, animales y microorganismos, aumentando y mejorando su producción; y para estudiar el genoma humano (información genética o factores hereditarios contenidos en los cromosomas) y conocer los genes, particularmente los que provocan algunas enfermedades hereditarias. Estas investigaciones generan la posibilidad de corregir los padecimientos de origen genético, mediante la transferencia de genes de otros organismos, no obstante, que no se conocen las secuencias de la mayoría de estos genes.

Gracias a la biología se han comprendido algunos procesos fisiológicos de los organismos y favorecido la creación de nuevas medicinas para curar y prevenir enfermedades como algunos cánceres y problemas inmunológicos como el **SIDA**.

1.8 Biología y sociedad: la relación de la biología con otras ciencias

La biología no es una ciencia aislada, pues se apoya de los conocimientos de la física, química y matemáticas. El conocimiento de los procesos celulares se explica con base en las reacciones químicas y en los principios físicos de los átomos, la energía y la materia. Los datos numéricos obtenidos y analizados mediante el cálculo, la probabilidad y la estadística, permiten predecir y analizar fenómenos de la genética y la ecología de poblaciones. Además, son herramientas del método científico, pues sirven para procesar los datos que se obtienen durante una investigación y hacer predicciones relacionadas, por ejemplo, con el futuro de las poblaciones de organismos en un ecosistema.

La interacción de estas ciencias con la biología ha hecho posible su aplicación en la elaboración de alimentos, como los derivados de la leche o las bebidas fermentadas. De la misma forma, se ha logrado obtener vacunas para el control de enfermedades infecciosas causadas por virus y se han producido, a gran escala, una variedad de **antibióticos** que atacan enfermedades causadas por bacterias y hongos.

La biología actual también se vincula con las ciencias sociales; esto, debido a que muchos de los fenómenos que estudia, se relacionan con la solución de los graves problemas que aquejan a la humanidad hoy día en diferentes partes del mundo, como la sobrepoblación, la contaminación, las hambrunas, las **epidemias** y **pandemias** como el **SIDA**, los modos de vida que contaminan los recursos naturales y agotan las fuentes de energía, y la destrucción de hábitats y sus especies, por mencionar sólo algunos.

Las ciencias que más contribuyen con el desarrollo del conocimiento biológico son la física, la química, las matemáticas, la geología, la geografía y las ciencias ambientales, entre otras. Algunas de las disciplinas que se consideran básicas para la biología actual se muestran en el cuadro de la siguiente página.

Scanned with CamScanner

ÁREAS BÁSICAS DE LA BIOLOGÍA

Nombre del área básica	Temas generales que estudia
Biología molecular	Estructura química de compuestos asociados a la vida, ADN y proteínas. Estructura de genes y cromosomas. Síntesis de proteínas. Aplicaciones de la biotecnología.
Citología	Células: origen (procariontes y eucariontes), estructura, función: metabolismo, diferenciación, reproducción y muerte celular.
Genética	Herencia: los genes, transmisión de características hereditarias, mutaciones y transferencia genética entre organismos diferentes.
Ecología	Relaciones entre los organismos y el ambiente: individuos, poblaciones, comunidades y ecosistemas. Recursos naturales y biodiversidad.
Evolución	Cambios de las especies a través del tiempo: origen de las especies. Biogeografía. Causas y efectos de la extinción de especies.
Exobiología	Las condiciones físicas y químicas de las diferentes regiones del universo en las que pudieran existir seres vivos. Las huellas o manifestaciones de posibles seres vivos en otros planetas, así como de su eventual participación en el origen de la vida en la Tierra.

Las ramas de la biología se dividen de acuerdo con los organismos que estudia, o bien, por sus campos de estudio. Por ejemplo, la zoología estudia a los animales. Los zoólogos analizan la estructura y funcionamiento biológico de los animales, tanto en individuos como en grupos, sus interrelaciones con el medio, entre otros aspectos. Dentro de esta disciplina se estudian numerosos organismos entre los cuales están los siguientes:

RAMAS DE LA BIOLOGÍA

Rama	Organismos que estudia
Protozoología	Protozoarios: amibas, plasmodium, tripanosomas.
Helmintología	Helmintos: planarias, tremátodos, tenias.
Nematología	Nemátodos: ascaris, tricocéfalos, triquinas, uncinarias.
Malacología	Las características de las conchas propias de la mayoría de los moluscos: caracoles, almejas, ostiones, etcétera.
Acarología	Los ácaros, el ácaro rojo, el de la sarna, los del folículo, los de los pájaros, el de las gallinas, las arañas rojas o ácaros araña.
Carcinología	Crustáceos: camarones, cangrejos, jaibas, langostas.
Ictiología	Peces: sardinas, mojarras, salmones.
Entomología	Insectos: moscas, moscos, hormigas, mariposas.
Herpetología	Reptiles y anfibios: serpientes, cocodrilos, ranas.
Ornitología	Aves: gorriones, pavos, avestruces, gallinas.
Mastozoología	Mamíferos: perros, gatos, lobos, leones.
Antropología	Hombre y primates.

Scanned with CamScanner

En la tabla siguiente se indican algunas ramas de la biología relacionadas con la botánica.

RAMAS DE LA BOTÁNICA

Rama	Organismos que estudia
Ficología	Algas
Briología	Musgos
Pteridología	Helechos
Criptogámica	Denominación fuera de uso que agrupaba a las plantas sin semillas.
Fanerogámica	Denominación fuera de uso que agrupaba a las plantas con semillas.

La biología es una ciencia con un amplio campo, por ello, se le ha subdividido en diversas especialidades que se encargan de estudiar aspectos particulares de los organismos, como se muestra en la siguiente tabla.

Especialidad	Campo de estudio
Histología	Los tejidos de los organismos.
Embriología	Desarrollo y formación del embrión.
Anatomía	Estructuras y partes del cuerpo.
Morfología	Las formas de los organismos.
Fisiología	Las funciones vitales.
Etología	El comportamiento de los seres vivos.
Paleontología	Restos y huellas fósiles.
Taxonomía	Ordenar y clasificar los organismos.
Evolución	Origen de las especies y los cambios de sus poblaciones a través del tiempo.
Parasitología	Relaciones de los organismos que viven a expensas de otros.

ACTIVIDAD

El papel de la biología y otras ciencias en el viaje a la Luna

Introducción: En el siglo xx se enviaron hombres al espacio. En años recientes se han enviado satélites que exploran Venus, Marte y Júpiter para obtener información sobre la materia que los forma y la composición química de sus atmósferas, cuando éstas existen. Sin embargo, en los años sesenta, cuando el hombre llegó a la Luna fue un hecho tan importante que todas las cadenas televisivas del mundo se enlazaron para recibir las imágenes de los astronautas que lograron pisar por primera vez el suelo lunar. Hoy, la exobiología estudia la posibilidad de vida fuera de la Tierra.

Objetivo: Que el alumno comprenda que sin la participación de las diferentes ciencias no habría sido posible el primer viaje a la Luna.

Procedimiento:

1. Investiga en libros especializados, enciclopedias, revistas, Internet y con personas mayores sobre qué han aportado las diferentes ciencias a la realización de los viajes espaciales.

Scanned with CamScanner

2. Intercambia, analiza y discute la información con tus compañeros de equipo.

3. Anota en el cuadro siguiente, el nombre de las ciencias que han aportado los conocimientos para realizar dichos viajes; asimismo, escribe cuál ha sido la participación de esas ciencias.

Ciencias	Participación
1. Biología	El conocimiento del efecto de la falta de gravedad en la fisiología del ser humano.
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	

4. Escribe en el cuadro las ramas y especialidades de la biología que se han enriquecido con dichos vuelos, y las aplicaciones que éstas a su vez han aportado a los viajes espaciales.

Rama de la biología	Aplicación
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	

5. Concluye, junto con tus compañeros, sobre la importancia de la biología en los vuelos espaciales.

1.9 Importancia del conocimiento biológico en la conservación de la vida

¿Qué importancia tiene el conocimiento de la biología?

La ecología es la rama de la biología que estudia las relaciones que se establecen entre los organismos y el medio en que viven. A través de ella sabemos que la vida se conserva en la Tierra debido, entre otros factores, a los ciclos **biogeoquímicos** y a la **homeostasis** natural de nuestro planeta. Sin embargo, la constante y creciente acción perturbadora del ser humano en nuestro medio afecta las condiciones adecuadas para la vida, y podrían llevarnos a un desequilibrio tal que ya no puedan ser sustento para las formas de vida, tal como las conoces. Las perturbaciones de mayor alcance son:

- La destrucción continua de la capa de ozono. Esta capa protege a los organismos de los rayos ultravioleta del Sol, responsables de los cánceres de piel y de la mutación del material genético.
- La persistente contaminación de los océanos que incide en las bases de las **cadenas alimentarias**.

¿SABÍAS QUE?

La bacteria *Rhizobium* es estudiada con gran interés en los **laboratorios de fijación del nitrógeno** para aumentar la producción agrícola. Esta bacteria se encuentra en las raíces de las plantas leguminosas, como el frijol. La bacteria transforma los compuestos de nitrógeno que se formaron en la atmósfera convirtiéndolos en nitratos, que es la forma en que las plantas los aprovechan como nutriente.

Scanned with CamScanner

¿SABÍAS QUE?

Las plagas se conforman por una gran cantidad de organismos de la misma especie (insectos, aves, roedores, etc.), que causan enfermedades en los animales y las plantas. Estas plagas incluyen virus, bacterias y otros organismos como gusanos e insectos.
Son varias las plagas de insectos que atacan al ganado, como la gusanera o mosca de las heridas, *Callitroga hominivorax*, que actualmente se combate con la esterilización de machos criados en el laboratorio. De esta manera se reducen las poblaciones de esa especie de mosca.

- La erosión del suelo que causa la desertificación y de la cual se derivan cambios graduales del clima.
- Los efectos de la tala indiscriminada de las selvas, bosques y todas las superficies con vegetación, provocan la destrucción de hábitats y la extinción de especies.
- El calentamiento global del planeta generado por los desechos humanos en la atmósfera, tales como las emisiones de fábricas, vulcanismo y otras fuentes más.

Los animales y plantas silvestres interactúan en sus propias comunidades. Algunos animales carnívoros se alimentan de ciertas presas y mantienen a sus crías en ambientes propicios. La misma situación se presenta con los animales herbívoros, los cuales pierden su alimento al destruirse la flora del lugar. Si las ciudades o zonas urbanas se siguen extendiendo, los animales y las plantas se verán amenazados porque se destruye su medio natural, sus refugios, alimento y áreas de actividad diaria (figura 1.8).

Asimismo, esto pone en peligro a miles de especies diariamente y su pérdida es irremediable. Por ello, debemos conservar el ambiente y evitar alterarlo buscando una mejor calidad de vida para todos los seres que vivimos en el planeta, todo esto aprenderás a través de tu curso de Biología 1.

Los biólogos han desarrollado investigaciones sobre el manejo adecuado de los recursos naturales. En general, estos estudios se enfocan al aprovechamiento de los suelos, del agua y de la energía de manera racional, garantizando su permanencia para las generaciones futuras.

La biología como ciencia no sólo clasifica a todos los seres en la naturaleza, sino que explica su función y las relaciones que se establecen entre los organismos: dónde viven, de qué se alimentan, cómo crecen sus poblaciones y qué tipo de actividades realizan, que benefician a otros organismos (figura 1.9). Dicho conocimiento nos permite entender que los cambios que se realizan deben ser analizados y basados en el conocimiento profundo de la dinámica de la naturaleza, de otra manera se podría ver alterada. Con los nuevos adelantos técnicos, la biología ha enfocado su estudio a las estructuras y reacciones moleculares que forman la base de los fenómenos biológicos, como son el análisis de la estructura de los genes, la regulación genética de la síntesis de la proteína, la ingeniería genética, el estudio de los corpúsculos subcelulares y los procesos de regulación de la diferenciación celular.

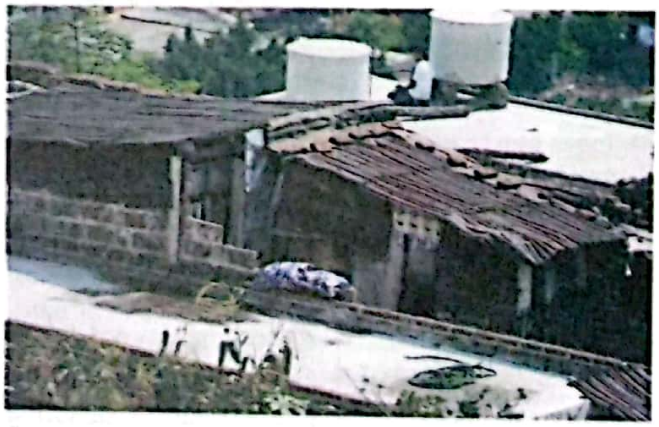


Fig. 1.8
Las construcciones no planeadas en las zonas rurales pueden contribuir a la pérdida de los recursos naturales.

Fig. 1.9
En la imagen se observan un carnívoro, un herbívoro y la vegetación del lugar, los cuales establecen sus relaciones alimenticias.

2. Los seres vivos: el objeto de estudio de la biología

Al observar tu entorno, puedes diferenciar la materia inerte, como las rocas, la tierra, el aire y el agua; los organismos vivos, como las plantas, los hongos, los animales y nosotros, los seres humanos. Los organismos vivos responden a diferentes estímulos del medio y además se nutren, crecen y se reproducen, mientras que la materia inerte no presenta estas funciones.

2.1 Las características de los seres vivos (crecimiento, reproducción, irritabilidad, movimiento, metabolismo, organización, adaptación)

La biología es una ciencia que estudia las características individuales y colectivas de los seres vivos: cómo interactúan, cómo viven, de qué se alimentan y cómo se reproducen. También establece diferencias con el medio no vivo (o inerte) como el agua, el aire o las rocas. Los seres vivos tienen características que los diferencian de la materia inerte: nacen, crecen, se reproducen y mueren.

Los seres vivos están formados por células con metabolismo propio; es decir, transforman la energía que necesitan para realizar todas sus funciones, tales como crecimiento, reproducción y movimiento.

Crecimiento

Los seres vivos tienen la capacidad de crecer o aumentar de tamaño al incrementar su volumen y peso con el tiempo, ya sea por el incremento de las células en los organismos **pluricelulares** o por el aumento de tamaño en los **unicelulares**, aunque sus límites varían entre ambos tipos de organismos. Muchos organismos pluricelulares presentan un incremento en su tamaño y un proceso de desarrollo, en el cual se diferencian de manera gradual los tejidos y los órganos, y adquieren la capacidad para realizar funciones como la reproducción.

Reproducción

La reproducción es el fenómeno biológico vital que da continuidad a las especies y mediante la cual se producen nuevos individuos. Hay dos tipos de reproducción: asexual y sexual. La primera es la formación de la progenie a partir de un solo individuo, sin que intervengan células reproductoras ni fecundación, por lo que se conservan las características de quien dio origen al nuevo individuo. En los organismos unicelulares, como las bacterias, levaduras, algas y protozoarios, la reproducción se presenta por **bipartición**, **gemación** y **esporulación** o **escisión múltiple**. Los organismos multicelulares llevan a cabo la reproducción asexual por **fragmentación**, como en **esponjas**, **platelmintos**, **anélidos**, **equinodermos** y plantas.

La reproducción sexual es la formación de progenie por la unión de células sexuales masculinas y femeninas, en la que el material genético de ambos padres se combina en la célula reproductora femenina. La mayoría de las plantas, y muchos animales con tejidos poco diferenciados, tienen y alternan ambos mecanismos de reproducción, en tanto que los animales, preferentemente, se reproducen por vía sexual. La reproducción sexual propicia la recombinación genética (intercambio de las características hereditarias) y pequeños cam-

Scanned with CamScanner

bios en la descendencia respecto a los padres, los cuales ofrecen más variantes ante el cambio del ambiente. Esto produce, a través de muchos miles de años, la evolución de las poblaciones.

Irritabilidad

Es la capacidad de los seres vivos de reaccionar a los cambios en el ambiente. Un cambio que causa una reacción es un estímulo. La reacción de un organismo a un estímulo se llama respuesta. Por ejemplo: la mayoría de los insectos se desplazan hacia las fuentes de luz; en otro ejemplo, las partes verdes de las plantas crecen hacia la luz y las raíces "buscan" la humedad en el suelo.

Fig. 1.10 Manada de cebras perseguidas por licaones (pariente del perro que habita en la sabana africana). Para las cebras la carrera es su única defensa cuando son atacadas.

Movimiento

Los seres vivos también tienen la capacidad de cambiar su posición en el medio, esta función es básica y fundamental en los animales para buscar alimento, encontrar pareja o para alejarse del peligro (figura 1.10). Las plantas no se desplazan, pero responden a los estímulos como la luz o el agua, orientándose en dirección a éstos. De hecho, todos los seres pluricelulares presentamos movimiento en nuestras células, por ejemplo: las células que se encuentran en el torrente sanguíneo se desplazan por todo el organismo.

Metabolismo

El Sol proporciona la energía (directa o indirectamente) necesaria para todos los seres vivos. Las plantas captan la energía solar y la transforman en energía química por medio de la **fotosíntesis**. En la **respiración** aeróbica (con consumo de oxígeno), esta energía sirve para formar el **adenosín trifosfato** (ATP), molécula presente en todos los organismos y que almacena la energía que sirve a los seres vivos para realizar sus funciones vitales.

El metabolismo se divide en funciones anabólicas y catabólicas. Las funciones anabólicas se caracterizan por llevar a cabo reacciones de síntesis o elaboración de sustancias; es decir, transforma moléculas sencillas en moléculas complejas. Por ejemplo, a partir de azúcares sencillos (monosacáridos) se forman azúcares complejos (polisacáridos) y a partir de aminoácidos se forman proteínas.

Las funciones catabólicas son reacciones de degradación o rompimiento de sustancias, es decir, transforman moléculas complejas en otras sencillas para liberar energía y desechar materiales. Son ejemplos de procesos catabólicos la digestión y la respiración. En la digestión, las moléculas orgánicas complejas son fragmentadas hasta que quedan en condiciones de ser utilizadas por todas las células del organismo. En la respiración, la glucosa que llega a todas las células es degradada produciendo moléculas más sencillas y liberando la energía que requieren todas las células. Independientemente de la edad, todos los seres humanos realizamos procesos anabólicos y catabólicos; sin embargo, durante los primeros años predominan los anabólicos. Esto lo puedes comprobar por el crecimiento acelerado que tú y tus compañeros presentan. En personas mayores, los procesos anabólicos disminuyen en intensidad y aumentan los catabólicos, dando lugar a una reducción en las capacidades físicas, la talla y, en algunos casos, en las capacidades intelectuales.

Los organismos ajustan sus procesos metabólicos (conjunto de procesos anabólicos y catabólicos), manteniendo así condiciones adecuadas para la vida. A la regulación adecuada de estos procesos se le denomina **homeostasis**, que consiste en mantener un flujo de sustancias necesarias, producir energía y eliminar desechos, conservando en equilibrio las condiciones internas del individuo.

Scanned with CamScanner

Organización

Los seres vivos están formados por células, algunos por una sola célula **(unicelulares)**, como las bacterias y los protozoarios; y la mayoría de ellos están integrados por muchas células **(pluricelulares)**, organizadas en tejidos, órganos, aparatos y sistemas que en conjunto forman un individuo (figura 1.11).

Fig. 1.11 Un organismo multicelular (arriba) y uno unicelular (derecha).

Adaptación

La adaptación es producida por el conjunto de cambios en el mensaje genético de los individuos de una población, que se manifiestan en su fenotipo (estructurales, fisiológicas o de comportamiento), y que incrementan la posibilidad de que un individuo sobreviva o deje más descendientes como resultado de la selección natural, todo esto en un ambiente dado.

ACTIVIDAD

Mis actividades diarias y su relación con la biología

Introducción: Los humanos, como seres vivos, realizamos diversas funciones biológicas, como el alimentarnos, digerir los alimentos, respirar, excretar sustancias como el sudor; crecer, reproducirnos a cierta edad, responder a diferentes estímulos del ambiente e interactuar con otros organismos vivos como insectos, bacterias, hongos, ácaros, mamíferos y muchos más.

Objetivo: Que el alumno relacione cada una de sus actividades con las funciones biológicas que intervienen en ellas.

Procedimiento:

1. Elabora una lista de las actividades que llevas a cabo durante el día.
2. Escribe qué procesos biológicos intervienen en cada actividad de la lista que elaboraste en el punto anterior.

Actividad	Función biológica
1. Levantarme de la cama	Movimiento para abrir los ojos, mover la mano, prender la luz y salir de la cama.
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	

Ordena los procesos biológicos del más al menos importante, tomando en cuenta aquellos que son determinantes para tu supervivencia. Expón tus resultados al grupo y justifica tus respuestas. Por último, concluyan en grupo qué procesos de los mencionados en la introducción de esta actividad están por desarrollar en el futuro y expliquen por qué.

Scanned with CamScanner

2.2 Componentes de los seres vivos: elementos, moléculas y células

Los seres vivos están constituidos principalmente por elementos inorgánicos, como el carbono, hidrógeno, oxígeno, fósforo y nitrógeno, que al combinarse entre sí y con otros elementos más forman compuestos, como los carbohidratos, los lípidos, las proteínas y los ácidos nucleicos. Estos elementos y compuestos constituyen parte de la célula, y participan en reacciones químicas en los diferentes procesos celulares. Por ejemplo, todas las membranas celulares están formadas por proteínas y lípidos. La pared de las células vegetales se compone por carbohidratos (celulosa). Las **enzimas** son **proteínas catalizadoras** de muchas **reacciones bioquímicas**. Los **ácidos nucleicos** contienen la información hereditaria y participan en las funciones de reproducción y **síntesis de proteínas**.

Todos los seres vivos están constituidos por células. La célula es la unidad básica de la vida. Los organismos unicelulares (reinos **monera** y **protista**) están constituidos por una sola célula, los pluricelulares se forman de varias y hasta billones de células.

Los **compuestos inorgánicos** importantes para los seres vivos son el agua, el oxígeno en forma de **molécula**, el dióxido de carbono y las sales minerales. Otros elementos (moléculas formadas por átomos de la misma clase) como el magnesio, yodo, calcio y azufre se necesitan en concentraciones muy bajas, pero son indispensables para las células y su metabolismo.

Los elementos que se mencionan en el siguiente cuadro están presentes en todos los seres vivos, aún cuando algunos sean principales y otros secundarios. En el cuadro de la página siguiente tenemos los elementos que no son necesarios para todos los seres vivos.

Elementos de los sistemas vivientes y sus funciones

Elemento	Símbolo	Funciones conocidas
Hidrógeno Carbono Nitrógeno Oxígeno	H C N O	Son necesarios para formar los compuestos orgánicos de la célula.
Sodio	Na	**Ión** relacionado con el **potencial de acción** de las células y la transmisión de impulsos eléctricos. Forma parte de muchas enzimas y de la clorofila.
Magnesio	Mg	Se relacionan con las reacciones químicas de transporte de energía, constituyente necesario de los ácidos nucleicos (ADN y ARN).
Fósforo	P	Presente en proteínas, ácidos nucleicos, ATP; participa en la composición ósea y en la formación de los dientes.
Azufre	S	Anión principal de la transmisión de impulsos eléctricos.
Cloro	Cl	Importante regulador, en forma de sales, de la concentración de agua en la célula.
Potasio	K	Importante en la conducción nerviosa y la contracción muscular.
Calcio	Ca	Forma parte de las enzimas, constituyente de la membrana y regulador de la actividad de la misma y músculos; componente de los huesos, caparazones, conchas, etcétera.

Scanned with CamScanner

Elementos que no son necesarios para todos los seres vivos y sus funciones

Elemento	Símbolo	Algunas funciones conocidas
Boro	B	Importante en vegetales, forma parte de enzimas.
Silicio	Si	Constituye el esqueleto de algunas plantas.
Manganeso	Mn	Forma parte de muchas enzimas, actúa como cofactor.
Fierro	Fe	Forma parte de muchas enzimas, forma parte de la hemoglobina.
Cobalto	Co	Constituyente de la vitamina B_{12}, forma estructuras sanguíneas.
Cobre	Cu	Forma parte de muchas enzimas oxidativas; se usa en el transporte de oxígeno en muchos organismos marinos.
Zinc	Zn	Forma parte de muchos catalizadores orgánicos.
Molibdeno	Mo	Forma parte de algunas enzimas, actúa como cofactor.

ACTIVIDAD

Investigación bibliográfica sobre la importancia de los compuestos orgánicos

Objetivo: Que el alumno relacione algunos compuestos orgánicos e inorgánicos con las funciones en que participan o las estructuras de las que forman parte.

Procedimiento:

1. Investiga en diferentes fuentes acerca de las funciones en las que intervienen los compuestos orgánicos e inorgánicos.
2. Contesta el cuadro siguiente.

Compuesto	Función celular
1. Carbohidrato: glucosa	
2. Proteína: hemoglobina	
3. Agua	Disolvente universal de la mayoría de las sustancias y compuestos que forman parte de la célula. Vía de transporte de moléculas dentro y fuera de la célula. Interviene en la fotosíntesis.
4. Hormona: insulina	
5. Lípido: colesterol	

3. Analiza los problemas causados por el exceso o escasez de estos compuestos en estos organismo.
4. Elabora tus conclusiones sobre la importancia, en nuestra salud, de los compuestos señalados en la actividad y coméntalas con tus demás compañeros.

Fuentes de consulta:

Nelson, E.G. Principios de biología, enfoque humano. Limusa, Méx., 1988
Ondarza, N.R. Biología Moderna, Trillas, México, 1996.
Otto, H.J, y Towle, A. Biología Moderna. McGraw-Hill, México, 1989.

Scanned with CamScanner

LECCIÓN 3

3. Los métodos de la biología

Los beneficios derivados del estudio de la biología se reflejan en muchas de nuestras actividades diarias: la alimentación sana, el cuidado de nuestra higiene y salud, por ejemplo. También hemos aprendido que si no cuidamos estos aspectos de manera adecuada, se puede dañar el buen funcionamiento de nuestro cuerpo e incluso repercutir en nuestro crecimiento y desarrollo intelectual.

3.1 Conocimiento subjetivo y objetivo

El conocimiento subjetivo se relaciona con la creencia y la percepción relativa, y depende de los intereses personales mezclados con factores como los sentimientos, prejuicios, nivel cultural y hábitos de cada individuo. Las creencias valen para fines prácticos de la vida cotidiana; sin embargo, no pueden ser tomados en consideración por la ciencia debido a que se trata de apreciaciones individuales que dependen de su percepción, su personalidad, sus experiencias y preferencias; creencias y pertenencia al grupo social, que pueden o no ser compartidas por los demás. Por ejemplo, si una persona cree en la existencia de los fantasmas, este hecho no se puede probar con los métodos de medición usados por la ciencia.

El conocimiento objetivo se aplica a los hechos o fenómenos innegables y no se especula arbitrariamente sino que se investiga tal como son en la naturaleza; y se trata con problemas cuyo valor es posible comprobar. Este conocimiento debe ser imparcial y separar sentimientos e intereses personales, y sólo debe interesar que los hechos o fenómenos existen o no y aceptarlos. Por ejemplo, si se sabe que la fermentación se acelera con la temperatura, esto puede ser verificado y demostrarse como falso o verdadero mediante un experimento para comprobarlo y su validez no depende de factores subjetivos. Para que comprendas mejor el tema, te ofrecemos una reflexión del científico Ruy Pérez Tamayo acerca de la diferencia entre ciencia y magia.

La magia se distingue de la ciencia, en que opera en el ámbito de la irracionalidad y de la casualidad, un hecho mágico es aquel que ocurre cuando se suspenden las leyes de la naturaleza. Sacar un conejo de un sombrero es un acto muy utilizado por los magos, pero no es mágico, es un simple truco de prestidigitación.

Sin embargo, para los que no se dan cuenta del truco, el mago es capaz de violentar la realidad sacando un conejo de un sombrero que a ojos de todos estaba completamente vacío. En cambio, la ciencia funciona dentro de la racionalidad y la causalidad (es decir, de cómo suceden los hechos), en un ámbito en el que por no haber excepciones a las leyes de la naturaleza, los hechos científicos las obedecen infaliblemente. (...)".

Sin embargo, ni la ciencia es magia ni los científicos son magos, lo que hacen los científicos en sus cubículos, laboratorios o en el campo de estudio, no es secreto ni misterioso, sino todo lo contrario. No se invocan poderes ocultos, se aplican los de la naturaleza; no se cuenta con la ayuda del "maligno", sino con la crítica y el consejo de nuestros colegas. Tampoco hay varita mágica ni polvos celestiales, sino mucho trabajo, y a veces algo de suerte.

Pérez Tamayo, Ruy. *¿Cómo acercarse a la ciencia?*
CNCA-Limusa-Gobierno de Querétaro, México, 1995.

Scanned with CamScanner

ACTIVIDAD

Conocimientos objetivos y subjetivos

Objetivo: Que el alumno distinga entre la información objetiva y la subjetiva.

Procedimiento: Realiza la siguiente actividad en equipo de cinco compañeros.

1. Consigan un limón por equipo, de preferencia con diferencias más o menos evidentes (tamaño, color, textura, etc.), repartan un limón partido a cada miembro del equipo.
2. Observen y anoten los aspectos que consideren más importantes del limón, sin intercambiar puntos de vista.
3. Intercambien su descripción con los demás compañeros de su equipo.
4. Cada integrante del equipo leerá a sus compañeros la descripción que hizo del limón.
5. Cada equipo señalará qué conceptos de los vertidos por sus compañeros son objetivos y cuáles subjetivos.
6. Contesten el cuadro siguiente con la información objetiva y subjetiva de la práctica que hicieron.

Información objetiva	Información subjetiva

7. Lean la descripción que les tocó e intercambien sus opiniones respecto a la objetividad o subjetividad de la descripción.
8. Analicen en forma grupal la información del cuadro bajo la dirección del maestro.

Scanned with CamScanner

3.2 El conocimiento empírico y el método científico

El conocimiento empírico

Desde la edad paleolítica (del griego *paleo*, "antiguo", y *lithos*, "piedra"), el hombre descubrió muchos conocimientos sobre la naturaleza, con la práctica diaria y mediante varios ensayos y errores. Posiblemente, a través de muchos intentos, el ser humano aprendió a modificar los elementos de la naturaleza y a usarlos en beneficio propio, dando origen a técnicas que se transmitieron por generaciones, por ejemplo, la recolección de frutos y la fabricación de utensilios.

El hombre primitivo descubrió las plantas y las fue asociando racionalmente, a un sabor, uso, beneficio o perjuicio, etc. De este modo aprendió a diferenciar los vegetales que lo beneficiaban, de los que lo perjudicaban.

Los conocimientos que el hombre adquiría día con día de manera espontánea, sin orden, y que transmitía a los miembros del grupo y de generación en generación, le permitieron resolver problemas para sobrevivir. A estos conocimientos que se adquieren de las actividades cotidianas y se basan en la acumulación de experiencias y descubrimientos ocasionales se les llama conocimientos empíricos, que si bien resultan de las experiencias diarias de las personas, no cumplen con los rigores de la experimentación científica.

Con este tipo de conocimientos, el hombre logró sistematizar sus ideas y sentar las bases de lo que después sería la ciencia. El desarrollo de la agricultura y la domesticación de animales (figura 1.12), distinguir entre plantas tóxicas o venenosas, fibras para uso textil y hierbas medicinales.

De la misma forma, a lo largo de tu vida seguramente también has adquirido algunos conocimientos empíricos. Por ejemplo, detectar si un alimento se encuentra en mal estado o evitar accidentes en la escuela y el hogar, por mencionar algunos.

El método científico

El método científico está constituido por un conjunto de procedimientos que el ser humano no utiliza cotidianamente, pero organizados y sistematizados, que se convierten en la mejor herramienta para conocer los fenómenos naturales y resolver los problemas que de ellos se derivan. Antes que la ciencia, el hombre del Paleolítico recurría a la magia para tratar de entender los fenómenos de la naturaleza e influir en ella. Posteriormente, el ser humano fue incorporando procedimientos sistemáticos y rigurosos que le dieron resultados más cercanos a la realidad en la explicación de los fenómenos u objetos que lo rodeaban, avanzando en su objetivo de entender e interpretar la naturaleza para obtener un mayor bienestar material y espiritual.

Fig. 1.12 *La agricultura y la domesticación de animales son ejemplos de conocimientos empíricos.*

Origen y evolución del método científico

El método científico es el resultado del pensamiento filosófico (desde Aristóteles y los grandes hombres del Renacimiento, hasta la actualidad), aplicado a la ciencia. De hecho, se inició con Galileo Galilei (1564-1642) y se ha ido perfeccionando y diversificando hasta la época actual.

En la edad Paleolítica, que terminó hace 11 500 años, nómadas dedicados a la recolección de semillas y frutos, a la caza y la pesca, utilizaban la **observación** y la **metodología empírica** para conocer los animales y las plantas con los que se alimentaban. Poste-

Scanned with CamScanner

riormente, llegaron a dominar el fuego, inventaron el arco y la flecha, así como muchos instrumentos y herramientas.

En la edad Neolítica, que se inició hace aproximadamente 10 500 años, se descubrió la agricultura y surgieron las aldeas con familias sedentarias. Se inició la domesticación de animales, la elaboración de utensilios con cerámica y textiles. La relación que existe en la agricultura entre el trabajo y su recompensa, condujo a la idea de causa-efecto de los fenómenos naturales, base de la causalidad.

En la edad de Bronce, hace aproximadamente 5 000 a 3 500 años, surgieron las ciudades fluviales como Egipto, Mesopotamia, India y China, donde se desarrollaron sistemas de riego. También se inició el comercio, se descubrió la metalurgia para la fabricación de herramientas y armas, se domesticó el caballo y se usó la rueda. Otros avances importantes fueron las **observaciones sistemáticas** de los fenómenos, que permitieron el desarrollo de la astronomía, las matemáticas y la herbolaria.

En la edad de Hierro o Clásica, que abarcó del año 600 a.n.e. al 500 d.n.e.; es decir, hace aproximadamente 2 600 años, surgieron grandes ciudades, como Grecia, donde se desarrolló el comercio y la navegación y se utilizaba el hierro. Las sociedades tenían un sistema esclavista. Se pasó, de los conocimientos empíricos a la elaboración de conceptos y de principios y, finalmente a su generalización.

Los pensadores de la edad de Hierro o Clásica consideraban que el universo era racional y que sus fenómenos podían deducirse por lógica. Formularon el **método deductivo** como vía para explicar los fenómenos naturales. Este método consiste en un razonamiento lógico (entendimiento que enlaza dos o más juicios afirmando algo nuevo cuyos antecedentes lo justifican) que parte de un argumento general, obtenido de la observación para explicar casos particulares. Por ejemplo, "cada miembro de la especie humana es mortal; Sócrates es miembro de la especie humana; por lo tanto, es mortal".

En la época medieval, siglos v al xiv, entre 1 500 a 500 años, surgieron las sociedades feudales de autoconsumo formadas por los nobles y sus vasallos. El poder político, económico y religioso se encontraba en manos de la Iglesia en el Occidente. Se inventaron el molino de viento, la imprenta, la brújula, el cañón y la pólvora (inventada en China muchos años antes, pero introducida a Europa en ese tiempo). También, se desarrolló la navegación de cuyo avance se deriva el descubrimiento de América por parte de las culturas occidentales. La concepción de la naturaleza se basaba en una visión aristotélica, que fue adoptada por la iglesia, y que produjo un estancamiento de la ciencia.

El Renacimiento, que se inició en el siglo xv, hace aproximadamente 500 años, se caracterizó por la transición entre el feudalismo y el capitalismo, en el que se consolida una nueva clase social: la burguesía. A partir del siglo xv hubo un desafío total a las concepciones aristotélicas de la creación del mundo, sostenido por los **escolásticos**. Copérnico propuso un sistema del universo heliocéntrico; es decir, donde los planetas giran alrededor del Sol. Este sistema es contrario al geocéntrico, hasta entonces aceptado, donde se afirmaba que la Tierra era el centro del universo; Johannes Kepler (1571-1630), dedujo órbitas elípticas de los planetas distintas a las circulares reconocidas. Galileo, famoso por la defensa que hizo del modelo cósmico en el que el centro del universo lo ocupaba el Sol y no la Tierra. William Harvey (1578-1657), describió la circulación sanguínea en el cuerpo humano.

Francis Bacon (1561-1626), en su obra *Novum Organum*, concibió el **método inductivo,** un razonamiento lógico que va de observaciones particulares a plantear leyes generales. Por ejemplo, se usa el pensamiento inductivo cuando se afirma: Sócrates es un hombre mortal; Leonardo es un hombre y es mortal, Cópernico es un hombre y es mortal; por lo tanto, todos los hombres son mortales.

La combinación de los métodos deductivo-inductivo dio como resultado el método **hipotético-deductivo**. La inducción se utiliza en el planteamiento de principios o leyes generales en función de hechos particulares, y la deducción se usa en el establecimiento de las **hipótesis.**

Scanned with CamScanner

Fig. 1.13 Experimento de Francisco Redi en el que puso carne en dos frascos, uno tapado y el otro sin tapa, apareciendo gusanos solo en el último.

René Descartes, en su obra *El discurso del método*, planteó los pasos del **método experimental.** Éste es un método en el que se repite el fenómeno a investigar, modificando deliberadamente algunos de los factores o variables, cuyo efecto en el fenómeno se quiere conocer.

En el modernismo que se inició hace 350 años, se formalizó la ciencia y se fundamentaron las primeras sociedades científicas. Francisco Redi (1626-1698), quien objetó la idea de la generación espontánea y la combatió utilizando el método científico experimental, demostró la **biogénesis** de los gusanos de la carne descompuesta (figura 1.13).

En los siglos XVIII y XIX, predominaron los imperialismos colonialistas. Los nuevos métodos transformaron los medios de producción, dando origen a la Revolución industrial. También, se lograron amplios progresos en las áreas de la física, química, biología y medicina, entre otras.

Lázaro Spallanzani realizó experimentos para demostrar la biogénesis de los microorganismos. Jean Baptiste de Monet conde de Lamarck, Charles Darwin y Alfred Wallace, propusieron teorías sobre la evolución de las especies. Gregor Mendel experimentó con plantas de chícharos y descubrió las leyes de la herencia. Louis Pasteur, con sus experimentos en los matraces con cuello de cisne, demostró definitivamente la **biogénesis** de los microbios (figura 1.14). Se inventaron la máquina de vapor, el ferrocarril, el submarino, el telégrafo, la dinamita, los rayos x, el automóvil, el buque de vapor, etcétera.

En la época actual, que inició en el siglo XX, el método científico usa, cuando así se requiere, la probabilidad y estadística en el procesamiento de datos y predicción de los eventos estudiados. Se incluyeron programas computacionales, los cuales contribuyeron a lograr el mayor desarrollo científico y tecnológico de todos los tiempos, se desarrolla la energía atómica, se llega a la Luna, se crean organismos transgénicos, se cifra el genoma humano y se clonan mamíferos (figura 1.15).

En el origen y evolución de la metodología científica se dio una correlación entre la evolución biológica, social y cultural del hombre, con el desarrollo y conformación de metodologías que éste empleaba para conocer la naturaleza.

Fig. 1.14 Louis Pasteur en su laboratorio revisando unas siembras de microorganismos.

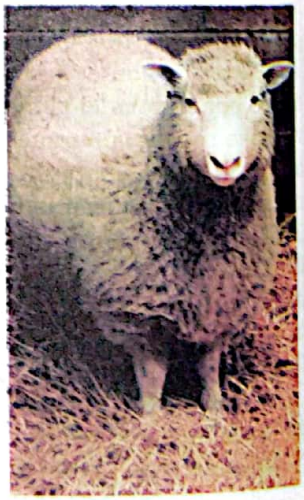


Fig. 1.15 En la fotografía, la imagen de "Dolly", oveja que fue obtenida por Iam Wilmut por medio de clonación.

Desarrollo de la metodología de la investigación

Edad / Época	Tiempo (hace)	Metodología	Aportaciones al método científico experimental
Paleolítica Tribus nómadas Dominio del fuego	900 000 – 20 000	Observación empírica	Observación
Neolítica Familias sedentarias Agricultura: trabajo–recompensa	10 000 – 5 000	Relación causa-efecto	Problema
Bronce Mesopotamia, Egipto, China, India Metalurgia, astronomía, rueda, arado	5 000 – 3 500	Observación sistemática	
Hierro o Clásica Griegos: ciencia racional Matemáticas, biología, filosofía	3 000 – 1 500	Deducción demostración	
Edad Media Navegación, pólvora, imprenta	1 500 – 600	Escolástica dogmas	Hipótesis
Renacimiento Copérnico, Kepler, Galileo, Harvey, Bacon, Descartes	500 – 300	Inductivo Experimental	Experimento
Moderna Sociedades científicas: Hooke, Redi, Leeuwenhoek	250 – 200	Método científico experimental	
Contemporánea Revolución industrial: Linneo, Spallanzani, Lamarck, Mendel, Darwin, Pasteur	200 – 100	Método científico experimental	
Actual Explosión de la ciencia: la bomba atómica; se llega a la Luna; se descifra el genoma humano	100 ---	Método científico experimental apoyado por los métodos matemáticos y programas computacionales	

Nota: Es importante considerar que los aspectos señalados como metodologías se han usado de manera informal durante la historia del ser humano; sin embargo, al usarse en forma sistematizada y organizados a la manera de un procedimiento lógico de investigación, constituyen la metodología científica.

Scanned with CamScanner

3.3 La experimentación en biología

Estructura del método científico experimental

La metodología científica consta de procedimientos organizados, sistematizados y lógicos que guían una investigación. El método se compone de las siguientes fases:

La fase de observación e información es la percepción de un fenómeno por medio de nuestros sentidos o a través de la información bibliográfica. El fenómeno se puede comparar con otros, se analiza y se hacen inferencias, formulando hipótesis sobre los factores que lo producen.

El problema surge cuando se presenta un hecho o fenómeno del cual no hay explicación, dando pauta a una serie de interrogantes: ¿qué? ¿cómo? ¿para qué? ¿por qué sucede? Es decir, se busca la relación causa-efecto de las variables o los factores (luz, temperatura, agua, etc.) que influyen en el fenómeno.

La hipótesis es una respuesta provisional al problema, apoyándose en conocimientos y observaciones que se tienen con anterioridad. Con la hipótesis, se pretende explicar la relación causa-efecto del fenómeno investigado.

El experimento es la repetición del fenómeno sujeto a investigación, en condiciones controladas de los factores que en él intervienen, para poder determinar la relación entre las variables o los factores, y así conocer las condiciones en las cuales ocurre el fenómeno. Es importante realizar el experimento por duplicado; es decir, un caso en el que se modifique la variable que nos interesa (experimental), y otro en el que no se modifica (testigo). Al final, se comparan los resultados de ambos, así se puede saber si la variable tiene algo que ver con el fenómeno estudiado.

Las teorías y leyes se establecen cuando la hipótesis se ha comprobado. Los resultados obtenidos son una teoría científica, que nos da una relación constante (causas del fenómeno) entre los factores o las variables del fenómeno. Cuando estas teorías demuestran ser universalmente válidas se convierten en leyes.

Fig. 1.16 En un primer estudio, Eijkman pensó que la enfermedad del beri-beri se adquiría por contagio. Así, intentó contagiar a un individio sano con uno enfermo, pero falló. Posteriormente, descubrió que la enfermedad se debía a una deficiencia dietética.

Estrategia didáctica para el aprendizaje de la metodología científica

Uno de los ejercicios de reflexión y análisis que hacen posible mejorar el razonamiento lógico y las estrategias de investigación, es mediante el análisis metodológico de lecturas sobre investigación científica. En ellas se examina el problema, la hipótesis, el diseño experimental y los resultados. A continuación, te presentamos un ejemplo:

Análisis de la investigación sobre el beri-beri

En 1893, el gobierno holandés envió una comisión a las Indias orientales para investigar esta enfermedad que afecta al hombre y a otros vertebrados. Se pensaba que la causa de esta dolencia eran las bacterias. El investigador Christian Eijkman (figura 1.16) **observó** que los pollos que tenía para experimentar al ser alimentados sólo con arroz descascarado se enfermaban de beri-beri; así pensó en la posible relación entre el arroz descascarado y la enfermedad como el efecto (**problema**).

Eijkman planteó la hipótesis: si la enfermedad del beri-beri se debía al trastorno dietético, entonces los pollos alimentados sólo con arroz descascarado se enfermarían. Por el contrario, los pollos alimentados con arroz con cáscara no se enfermarían (la cáscara contiene vitamina B_1 un complemento alimentario).

Para poner a prueba la **hipótesis** hizo lo siguiente: a un grupo de pollos los alimentó con arroz descascarado (**lote o grupo testigo**), mientras que a otro grupo similar les dio arroz con cáscara (**lote o grupo experimental**); a ambos grupos los mantuvo en las mismas condiciones de temperatura, agua, luz, estado higiénico y tiempo. Los resultados después de dos

Scanned with CamScanner

semanas de tratamiento fueron: los pollos del lote testigo enfermaron de beri-beri y los del grupo experimental permanecieron sanos.

Dicho resultado apoyaba la **hipótesis** de que el padecimiento se debía a un trastorno dietético. Hoy se sabe que la vitamina B_1 desempeña una función importante en la realización del funcionamiento del sistema nervioso, contribuyendo a que los procesos físico-químicos en los tejidos nerviosos se desarrollen normalmente. El beri-beri es una enfermedad que se caracteriza por atrofia muscular, mala coordinación y, con el tiempo parálisis.

Análisis, reflexión y solución de problemas metodológicos planteados

Enseguida, se menciona una situación que te permitirá ensayar y ejercitar estrategias intelectuales y metodológicas, que te capaciten para reflexionar, planear y realizar investigaciones. A manera de ejercicio, lee y analiza el siguiente texto relativo a las dificultades metodológicas de la investigación de la causa del carbunco y después contesta lo que se te pregunta.

Fig. 1.17
Robert Koch.

Robert Koch (figura 1.17) en 1880, al investigar las causas del carbunco, enfermedad mortal del ganado, observó que al morir las vacas, la sangre se tornaba de color oscuro. Al verla al microscopio, siempre encontraba bacterias en forma de bastón corto, a éstas las aisló y las reprodujo en medios de cultivo, después se las inyectó a un grupo de ratas, a otro grupo similar de ratas les inyectó solamente solución salina estéril. A ambos grupos los mantuvo en las mismas condiciones de alimentación, temperatura, agua y tiempo. Con ello demostró que el carbunco infeccioso (o ántrax) sólo se desarrollaba en los ratones cuando se inyectaba en su torrente sanguíneo bastones o esporas viables del *Bacillus anthracis*.

- ¿Cuál es el problema a resolver?
- ¿Qué relación causa-efecto se busca?
- ¿Qué hipótesis plantearías?
- En el diseño del experimento, ¿cuál será el grupo o lote testigo?

  _____
- ¿Qué factores o variables se controlan o mantienen constantes?

  _____
- Si todas las ratas inoculadas con las bacterias se enfermaran de carbunco, ¿cuál sería tu conclusión? _____
- Si las ratas de los dos grupos se enfermaran de carbunco, ¿qué pensarías?

  _____
- Si ninguna de las ratas de los dos grupos se enfermara, ¿qué deducirías?

  _____

Realiza un análisis metodológico de artículos científicos que consista en identificar el problema, interpretar las hipótesis, examinar el diseño experimental, los resultados y las conclusiones.

Comprensión de la metodología científica

La metodología científica debe interpretarse como un procedimiento ordenado y lógico de acciones que oriente y guíe una investigación. En la **observación**, se hace la percepción del fenómeno por investigar mediante nuestros sentidos, con ayuda de aparatos o instrumentos. También mediante la bibliografía especializada se obtiene información de uno o varios hechos en particular, se comparan, se analizan y se realizan inferencias formulando juicios de los factores que los producen.

Scanned with CamScanner

Por ejemplo, se ha observado que los caracoles de jardín mantenidos en la oscuridad presentan un desarrollo lento y una baja reproducción. En la regulación de su reproducción y desarrollo intervienen factores como la iluminación, temperatura y humedad.

El **problema** surge cuando de estas observaciones o información se presenta un hecho o fenómeno sobre el cual no hay una explicación, dando pie a una serie de interrogantes: ¿qué?, ¿cómo? o ¿por qué sucede?, ¿qué factores o variables son las causas de los efectos?, ¿qué relación hay entre las variables que participan en el fenómeno? Por ejemplo, ¿los diferentes colores de la luz o sus distinas longitudes de onda afectan en forma distinta la fisiología de la reproducción y desarrollo de los caracoles?

La **hipótesis** es la respuesta tentativa al problema, apoyándose en conocimientos y observaciones previas. Es una exposición de la relación causa-efecto entre variables. Por lo regular, se plantea de la siguiente forma: si esto ocurre... (explicación de un hecho conocido), entonces sucederá... (predicción relacionando las variables causa-efecto).

Por ejemplo: si la luz es un factor que afecta la fisiología de los seres vivos y las diferentes longitudes de onda tienen distinta energía; entonces, las longitudes de onda de la luz cercanas al color violeta, estimularán más a los órganos de regulación de la reproducción y desarrollo de los caracoles, aumentando y acelerando estas funciones.

Si te das cuenta, cuando la hipótesis está bien planteada sugiere el diseño experimental, los contenidos necesarios y las variables a manipular.

El **experimento** es la repetición del fenómeno a investigar en condiciones controladas, para poder determinar la relación entre las variables o factores, y así conocer las condiciones en las cuales ocurre el fenómeno. El experimentar consiste en manipular o variar ciertos factores o variables con objeto de observar las repercusiones en la variable dependiente o efecto, sin que interfieran los otros factores del fenómeno.

Los **diseños experimentales** son las formas de disponer las condiciones de un experimento para eliminar o minimizar las fuentes de error, a fin de que se puedan establecer relaciones causales inequívocas entre las variables o factores independientes (manipulada o causa) y la variable o factor dependiente (resultado efecto).

El control de variables consiste en mantener todos los factores o variables que participan en el fenómeno, en las mismas condiciones, en los grupos o lotes del experimento, y donde lo único diferente es la variable independiente manipulada (causa) que es el factor a investigar para conocer cómo afecta o influye en el fenómeno. Así los resultados diferentes que se presenten entre los lotes o grupos se deberán exclusivamente a la variable independiente manipulada (causa).

Ejemplo de una tabla de control de variables del experimento

Para que puedas comprender y realizar una tabla de control de variables te presentamos el siguiente ejemplo:

Efecto de la luz de diferentes colores, en la reproducción y desarrollo embrionario del caracol de jardín (efecto)

Variables	Grupo testigo	Grupo experimental A	Grupo experimental B	Grupo experimental C	Tipo V
Número de huevecillos	25 25 25	25 25 25	25 25 25	25 25 25	V.C.*
Luz	Blanca	Azul	Roja	Verde	V.I.M.**
Fotoperiodo (tiempo de exposición y de no exposición a la luz)	12 x 12 h	12 x 12 h	12 x 12 h	12 x 12 h	V.C.
Temperatura	25 °C	25 °C	25 °C	25 °C	V.C.
Humedad	85 %	85 %	85 %	85 %	V.C.
Sustrato	500 g tierra	500 g tierra	500 g tierra	500 g tierra	V.C.

* V.C. = variable constante **V.I.M. = variable independiente manipulada

Scanned with CamScanner

La variable dependiente se medirá por el número de huevecillos que terminen su desarrollo embrionario.

El grupo testigo es una forma de control de las variables, que sirve de marco de referencia comparativo de los resultados, con los grupos experimentales y es útil para separar los efectos de las variables extrañas (las que no se pueden controlar), de aquellos de la variable independiente. Otra forma de control de las variables es la elección al azar de los individuos (en este ejemplo, los huevecillos), pues en esta forma las variables extrañas se distribuyen al azar, de manera que sus efectos se dan más o menos en la misma magnitud en todos los grupos o lotes.

Las réplicas de las unidades experimentales (25 / 25 / 25 / huevecillos) son las veces que se repite cada tratamiento en los grupos o lotes. Éstos proveen una estimación de la variación debido al error experimental e incrementan la precisión del experimento.

Investigación bibliográfica del tema por investigar

La investigación bibliográfica implica el trabajo individual o colectivo en la biblioteca, la hemeroteca o en el centro de información donde puedes realizar lo siguiente:

- Localizar la sección de revistas científicas e investigar, en el fichero, la clasificación de las fichas bibliográficas.
- Localizar los artículos por el tema o título.
- Leer el artículo, si es de interés se elaborará una ficha de trabajo.
- Revisar el listado de referencias bibliográficas. Si alguna es de utilidad para la investigación, se anotan los datos y se localiza en el fichero.

Ejemplo de ficha de trabajo

Tema: Efecto de la luz en la cría del caracol de jardín

Cita bibliográfica: Gonot, L. y Deray, A. "Los caracoles", en *Mundo Científico*, núm. 69, Vol. 7, 1982.

Resumen: Experimentos de laboratorio han demostrado que el caracol *Helix aspersa*, necesita una fotofase de días largos de 18 horas de luz por 6 horas de oscuridad para una mejor reproducción y desarrollo, una iluminación diaria inferior a las 12 horas es desfavorable tanto para el crecimiento como para la reproducción.

Localización: Biblioteca central de la UNAM, clasificación del fichero: G. L. 45. A555, 1982

Elaboración del protocolo de investigación

El protocolo es la guía de investigación donde se define el problema; la parte afectada; el objetivo; la especificación de las variables; las escalas de medición; logística (procedimientos) y recursos; así como las referencias bibliográficas utilizadas.

En la elaboración del protocolo de investigación deben considerarse los siguientes elementos:

- El título debe ser breve, indicar el objetivo y las relaciones causa-efecto que se buscan en las variables que se investigan. Ejemplo: efecto de las diferentes longitudes de onda de la luz en la reproducción y desarrollo embrionario del caracol de jardín.
- Los antecedentes constituyen la información que provee el marco de referencia que ubica al estudio e incluye una revisión bibliográfica exhaustiva del tema por investigar.
- El problema debe determinarse claramente, ya que es la interrogante causa–efecto para explicar el fenómeno; por lo general se plantea en forma de pregunta.
- La hipótesis es la suposición tentativa de la relación entre variables (causa–efecto) que explican ciertos hechos.

Scanned with CamScanner

- El método es el diseño experimental donde se describe cómo se realiza la investigación, la especificación y control de variables, la captación de la información, la estimación de los recursos y la logística o cronología de actividades.
- En la bibliografía se citan los libros, revistas, tesis, etc., consultados para elaborar el protocolo de investigación.

Realización de la investigación, el control y el reporte

Debes ser cuidadoso en la ejecución del experimento, así como en la recopilación de datos para que posteriormente se analicen. Para la elaboración del reporte de investigación debes incluir el protocolo de investigación, los resultados, su análisis, discusión y sus conclusiones. En el análisis se confrontan los resultados entre los lotes o grupos y se comparan con los resultados de otras investigaciones para apoyarlos o refutarlos. Como conclusión se confirma o rechaza la hipótesis.

Tan importante como la investigación científica es la divulgación de los resultados obtenidos, ya que de otra manera, el resto de los científicos, los profesionales relacionados con el tema investigado y la población en general, quedarían al margen de los avances científicos y la ciencia perdería su sentido universal.

¿Sabías que?

Arturo Rosenblueth (1900–1970) fue un destacado científico mexicano que aplicó la metodología científico-experimental en la investigación de la fisiología. También introdujo los procesos de la electrofisiología de los nervios de los tejidos cardiacos. Fue miembro fundador del Centro de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.

3.4 El método de comparación en biología

Este método consiste en la comparación de dos o más objetos para establecer sus diferencias o semejanzas. Los objetos que se comparan en la materia de biología pueden ser estructuras (órganos, tejidos, células), funciones (por ejemplo la respiración o la fermentación en diferentes grupos de organismos), o bien, comportamientos (como en el cuidado parental de los mamíferos). Los biólogos utilizan las semejanzas y diferencias entre dos o más organismos, entre sus estructuras, funciones y comportamiento, o bien, entre las tres, para generar hipótesis sobre sus relaciones a lo largo de su evolución. Actualmente, se realizan investigaciones del genoma de diferentes especies, las cuales han aportado información importante sobre la cantidad de genes que comparten dos especies diferentes y, por lo tanto, sobre su cercanía evolutiva.

3.5 El método de observación en biología

La observación científica es sistemática, metódica y desea descubrir las relaciones de los factores que rigen los fenómenos.

La observación científica adopta las siguientes características:

- Es lo más completa posible, pues incluye todos los elementos que participan en el fenómeno.
- Es objetiva, ya que el observador debe ser escrupuloso en la búsqueda de los datos y registrar sólo lo que realmente detecte, evitando juicios personales.
- Es precisa, esto es, que los factores y los hechos se deben determinar en forma cuantitativa, lo que implica la medición.
- En la observación no sólo colabora la percepción sensorial y los instrumentos que la auxilian, sino que intervienen todas las experiencias y conceptos que condicionan la obtención de nuevos conocimientos.

Scanned with CamScanner

ACTIVIDAD

Aplicación del método científico

Objetivo: Que el alumno aplique los procedimientos de la metodología científica en la planeación de una investigación.

Lee el siguiente texto:

Reutilizar el agua es importante para su ahorro, pero en algunas circunstancias se ocasionan otros problemas, como el ocurrido en el caso donde una persona utilizó el agua con detergente que sale de la lavadora, para regar el jardín, todo parecía correcto pero...

Treinta días después empezó a notar que el pasto de su jardín perdía su lozanía y se marchitaba poco a poco dejando un espacio "pelón" de color pajizo. ¿Por qué estará pasando esto?, ¿qué lo estará ocasionando? ¿cómo podrá volver su lozanía al pasto? Fueron los cuestionamientos que se hacen a partir de aquel momento.

Contesta las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es el problema principal que se plantea en la lectura?

_____

_____

- ¿Cuál crees que es la causa del problema (hipótesis)?

_____

_____

- ¿Cómo crees que podrías encontrar la causa del problema?

_____

_____

- ¿Cómo podrías demostrar experimentalmente la causa del problema (diseño experimental)?

_____

_____

Trata de planear lo que harías siguiendo los pasos del método científico.

Scanned with CamScanner

LECCIÓN 4

4. Laboratorio escolar, su estructura y su manejo

El conocimiento de la biología requiere de ciertos instrumentos y equipo para desarrollar las investigaciones y los estudios, así como de un espacio adecuado en el que pueda tener control y resultados confiables. Algunos estudios experimentales, se realizan en el laboratorio (figura 1.18).

4.1 Función del laboratorio escolar

El laboratorio escolar es un espacio físico cuya función principal es la de apoyar las actividades prácticas, de observación y experimentación. En los laboratorios de centros o institutos, los investigadores aplican los procedimientos científicos de tipo experimental, cuando los problemas que se plantean así lo requieren, y disponen de todo el equipo necesario para ello.

Fig. 1.18
El laboratorio escolar es un espacio para llevar a cabo las prácticas experimentales.
Es necesario cuidar el mobiliario, el equipo y las instalaciones de servicio que ahí se encuentran.

En tu laboratorio escolar también llevarás a cabo prácticas y experimentos sencillos siguiendo métodos de la ciencia biológica. Deberás actuar con responsabilidad al usar los materiales del laboratorio. Por ejemplo, para observar células de vegetales, utilizarás el microscopio, las laminillas de vidrio o portaobjetos para colocar los tejidos y un colorante. Esta técnica es sencilla, pero deberás conocer el microscopio y colocar los objetivos adecuadamente para ver a través de los diferentes aumentos. El manejo del microscopio es sencillo, pero es necesario que sigas las indicaciones, pues de lo contrario puedes dañar el aparato o no lograr los resultados correctos.

4.2 Instalaciones y material de laboratorio

El mobiliario más común que se encuentra en un laboratorio son mesas, tarjas, instalaciones de gas, agua y energía eléctrica, dichas instalaciones debidamente señalizadas, con una iluminación y ventilación adecuadas se utilizan para encender los mecheros, lavar la cristalería y conectar los aparatos eléctricos. También, cuentan con cristalería, aparatos e instrumentos para la realización de los experimentos. Algunos tienen bioterios para la cría de animales de laboratorio, invernaderos para el cultivo de plantas, terrarios (cajas con tierra) para criar caracoles, lombrices e insectos, y acuarios para los peces y demás organismos.

Material de cristalería, instrumentos y aparatos

En el laboratorio escolar, se encuentra lo siguiente: material de vidrio para la medición de volúmenes, buretas, pipetas graduadas, probetas, copas graduadas, matraz aforado, matraz Erlenmeyer, matraz de destilación y vasos de precipitados.

Material de vidrio en general: embudos, cristalizadores, vidrios de reloj, tubos de ensayo, cajas de Petri, frascos para reactivos, frascos goteros para almacenar reactivos, preparar soluciones, hacer reacciones, titulaciones, mezclas, separaciones, etcétera.

Instrumentos de sostén: soporte universal, rejilla de asbesto, gradillas, pinzas, triángulos de varilla (figura 1.19).

Otros instrumentos son mecheros, pinzas para tubos de ensayo, termómetros, lámparas de alcohol, estuches de disección.

Scanned with CamScanner

Aparatos de laboratorio: **microscopios** ópticos y **estereoscópicos**, **autoclaves**, estufas, refrigerador, microtomos, etcétera.

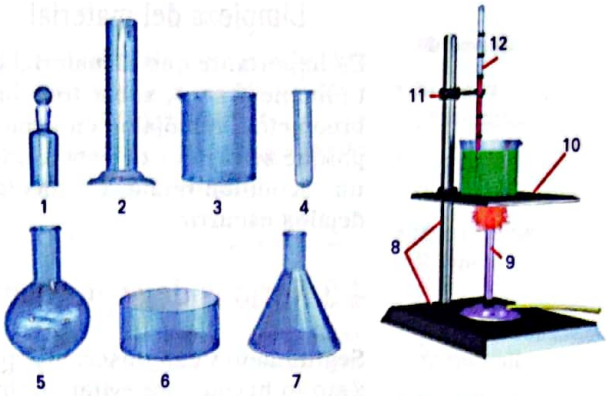


Fig. 1.19
Material de laboratorio:
1. Frasco con tapón esmerilado
2. Probeta
3. Vaso de precipitados
4. Tubo de ensayo
5. Matraz aforado
6. Cristalizador
7. Matraz Erlenmeyer
8. Soporte universal
9. Mechero de Bunsen
10. Tela de asbesto
11. Pinza
12. Termómetro

El microscopio

El uso de lentes que aumentan la magnitud del objeto observado data del siglo XVII, cuando Malpighi y Robert Hooke utilizaron lentes muy sencillos para realizar observaciones de diversos tejidos y células.

Entre los años de 1673 y 1716, Leewenhoek combinó varias lentes, con lo que desarrolló los primeros **microscopios compuestos**. No obstante, la trascendencia de este avance técnico, en el siglo XIX el microscopio no se usaba de manera frecuente, debido a que las características de las lentes (simples convexas) impedían que los objetos a observar se vieran con las formas y colores que en realidad tenían.

Estas alteraciones se denominan distorsiones ópticas. Sin embargo, tiempo más tarde, este problema se solucionó por medio de las técnicas de tinción adecuadas y el mejoramiento de los lentes necesarios para observar bien los objetos.

Partes del microscopio compuesto

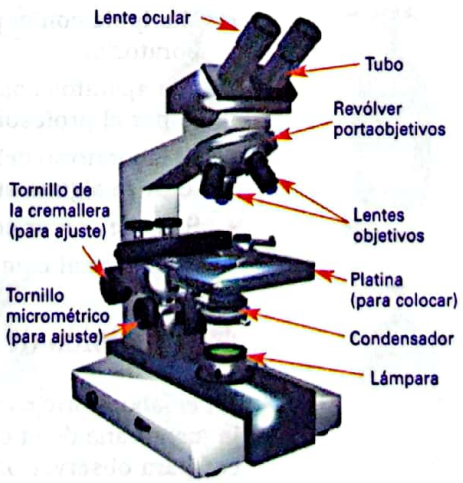
El microscopio óptico se compone de tres sistemas: mecánico, óptico y luminoso o de iluminación. El sistema mecánico incluye el pie o base donde se sostiene el microscopio, el brazo que facilita su transporte y manejo, el tubo que presenta el ocular, el revólver en donde se colocan los objetivos, y la platina para colocar los objetos a observar.

El sistema óptico está formado por lentes oculares y objetivos (dos lentes superpuestas, una convergente y otra divergente) que permiten aumentar el objeto a observar. Para que conozcas la amplificación de la imagen que obtienes sólo multiplica el aumento señalado en el ocular por el del objetivo utilizado. Por ejemplo: si el ocular es de 10X y el del objetivo de 10X lo verás 100 veces más grande de su tamaño real, con el objetivo de 40X , 400 y con el de 100X aumenta la imagen 1000 veces. Para este último, es necesario usar aceite de inmersión para que aumente el índice de refracción de la luz (valor del ángulo del reflejo del rayo luminoso), lo que favorece la visibilidad de los objetos a observar.

El sistema luminoso o de iluminación está formado por una fuente luminosa y el diafragma, que regula el paso de la luz al condensador (concentra los rayos luminosos en un punto). La luz ilumina el objeto a observar (figura 1.20).

Existen varios tipos de microscopios: el óptico, el de rayos ultravioleta, el de rayos X, el de interferencia, el electrónico y otros más. Cada uno tiene un poder de resolución específico y se utiliza con diferentes propósitos.

Fig. 1.20
Microscopio óptico con sus tres sistemas: mecánico, óptico y luminoso.



Uso del microscopio

Es recomendable que no muevas el microscopio de su lugar, si deseas observar desde tu asiento sólo gira el ocular. Si el microscopio tiene el ocular fijo no intentes moverlo. Los microscopios son costosos y debes cuidarlos haciendo manipulaciones suaves y con cuidado.

Las lentes de los objetivos y ocular se limpian con papel seda para evitar que se rayen.

Scanned with CamScanner

Limpieza del material

Es importante que el material que uses en tus experimentos o prácticas esté perfectamente limpio y seco, sobre todo la cristalería. Una vez que utilices los portaobjetos y los cubreobjetos, remójalos en agua dentro de un vaso de precipitados, no los laves con fibras porque se rayan y de esta forma no son útiles. Asimismo, limpia los tubos de ensayo y con un escobillón remueve todas las partículas; utiliza detergente líquido, enjuaga muy bien y déjalos escurrir.

4.3 Normas de seguridad de uso y manejo del material

Seguramente has observado que los investigadores usan batas y en ocasiones tapabocas. Esto lo hacen para evitar contaminar sus cultivos o aspirar o ingerir partículas que se generan en ellos. En los hospitales, cuando se visita a un enfermo, nos dan batas y tapabocas estériles para que no introduzcamos partículas de polvo y esporas que puedan afectar al paciente. Nuestra ropa ordinaria lleva una gran cantidad de estas partículas, así que es conveniente que uses bata blanca en tu laboratorio escolar. Otra función de la bata es para evitar que caigan sobre tu cuerpo o ropa, sustancias corrosivas o colorantes.

Cuando trabajes con materiales de vidrio, debes tener cuidado en su manejo, ya que son frágiles y pueden romperse y herirte. Es conveniente que tus movimientos no sean bruscos para evitar accidentes cuando trabajes con sustancias y colorantes, o con el mechero encendido y otros materiales.

En el laboratorio debes actuar con responsabilidad y evitar accidentes, principalmente con el gas y las sustancias corrosivas o flamables. Lee detenidamente las siguientes indicaciones.

- Las sustancias corrosivas como los ácidos, jamás deben manejarse con la pipeta en la boca, para ello existen perillas de succión o propipetas. Al usarlas siempre debes pedir ayuda a tu profesor, de igual manera tener presente que nunca se debe adicionar agua a un ácido, ya que se produce una reacción y puede saltar agua con ácido del recipiente y quemarte.
- Mantén alejadas de un mechero encendido las sustancias flamables como el alcohol. Cuando calientes agua o alguna otra sustancia, debes bajar la flama del mechero para evitar que al hervir se derrame y puedes quemarte.
- Los frascos goteros que contienen sustancias específicas deben etiquetarse y nunca cambiar un gotero de frasco. Si usas colorantes en frascos goteros no debes confundir las tapas ni los goteros porque se contaminan, pierden calidad y ya no son útiles.
- Manipula con cuidado los materiales de vidrio para evitar pérdidas constantes en el laboratorio.
- Los aparatos como el autoclave y la estufa de incubación deberán ser manipulados sólo por el profesor.
- El laboratorio debe estar equipado con una regadera para que, en caso de que a alguien le caiga alguna sustancia peligrosa, pueda lavarse de inmediato.
- Se debe contar con extinguidores y mantas apaga incendios.
- No correr ni comer dentro del laboratorio.

4.4 Ejemplos de trabajo en el laboratorio

En el laboratorio escolar se hacen demostraciones sobre el paso de los líquidos a través de la membrana de la célula, usando soluciones químicas de diferente concentración; prácticas para observar organismos unicelulares (una célula), como protozoarios colectados de un charco, por medio de preparaciones temporales con portaobjetos y cubreobjetos.

Scanned with CamScanner

Se pueden observar diferentes tipos de células de los tejidos de vegetales o de partes del cuerpo de insectos pequeños, haciendo cortes delgados del organismo. Como ves, tú puedes hacer una gran variedad de prácticas empleando los materiales del laboratorio.

También puedes realizar experimentos sobre varios fenómenos naturales, manipulando algunos de sus factores para conocer cómo participan en el hecho, por ejemplo:

Material:

- Balanza granataria
- Soporte universal
- Mechero de Bunsen
- Vaso de precipitados de 500 mL
- Probeta de 100 mL
- Bisturí
- 5 frascos de vidrio de boca ancha
- 5 cebollas medianas (que quepan en la boca de los frascos)
- 10 palillos
- Regla de 25 cm
- Alcohol etílico
- Sal de mesa (NaCl)
- Tabaco (dos cigarrillos)
- Detergente

Efecto de diferentes sustancias tóxicas en el crecimiento de la raíz de la cebolla

Antecedentes

La contaminación del agua es uno de los principales problemas ambientales de nuestro tiempo. Existen dos grupos de contaminación química, el de las sustancias orgánicas, como: grasas, jabones, detergentes, petróleo y alquitrán; y el de las sustancias inorgánicas, como ácidos y metales pesados.

La descomposición de cualquier sustancia orgánica implica una demanda o consumo de oxígeno disuelto en el agua. Los detergentes tienen como ingredientes sustancias químicas que impiden el crecimiento de las plantas acuáticas, también provocan cambios físico-químicos, deshidratan y destruyen el tejido de las plantas. El tabaco contiene alquitrán, nicotina y muchas otras sustancias que inhiben la mitosis y producen alteraciones genéticas, y cáncer. Ciertos tipos de alcohol, muy concentrados, son sustancias mutagénicas, es decir, que producen alteraciones cromosómicas.

Problema

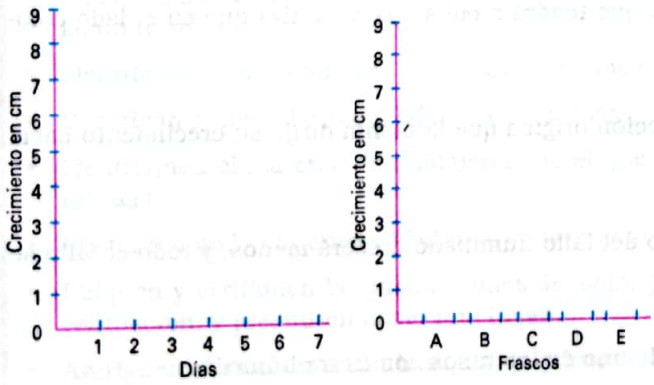
¿Las sustancias tóxicas afectan el crecimiento de la raíz de la cebolla?

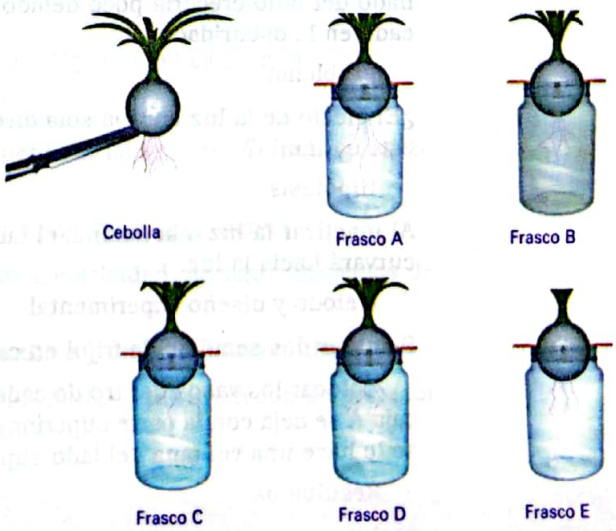
Hipótesis

Si las sustancias tóxicas inhiben el crecimiento, deshidratan y destruyen los tejidos, entonces afectarán el crecimiento de la raíz de la cebolla.

Método y diseño experimental

1. Llena con agua 9/10 partes del frasco A (testigo) y sumerge la mitad de la cebolla, con las raíces viejas cortadas, sosténla con dos palillos en la boca del frasco.





Scanned with CamScanner

2. Repite el punto 1 en el frasco B, que contendrá agua de tabaco (previamente hervida durante diez minutos con el tabaco de dos cigarros), y coloca la cebolla en la misma forma que la anterior.
3. Repite los pasos del punto 1 en el frasco C, con agua con detergente al 5% (en 95 ml de agua se vierten 5 gramos de detergente); en el frasco D con agua con alcohol al 10% y en el frasco E con agua y sal al 5%.

Resultados

Observa y mide el crecimiento de las raíces durante una semana, saca el promedio diario del tamaño de las raíces, represéntalo en una gráfica de línea por cada uno de los cinco frascos.

Con los resultados finales del promedio de crecimiento de las raíces de cada frasco, realiza una gráfica de barras.

Análisis de resultados:

Para el análisis de los resultados compara la longitud de las raíces en los diferentes frascos. Escribe tu conclusión. _____

Conclusión

Con las observaciones, análisis realizados y resultados obtenidos, se confirma o rechaza la hipótesis.

Otro ejemplo de experimento que se puede hacer en el laboratorio es el siguiente.

Efecto de la luz en una sola dirección en el sentido del crecimiento de las plantas (fototropismo)

Antecedentes

En las plantas la coordinación de todas las actividades, como el crecimiento, la respuesta a estímulos externos y la floración, es producida por agentes químicos llamados hormonas. Hay dos clases principales de hormonas vegetales, las auxinas y las giberelinas.

Actualmente se sabe que existe en las plantas una sustancia reguladora del crecimiento de los tallos (auxinas), que se producen en las puntas de los **coleóptilos** y que se transmite de allí a las partes bajas del tallo. Esta sustancia provoca las curvas en los tallos al distribuirse en forma desigual en ellos.

Hay evidencias de que, en algunos casos, la luz inactiva a la auxina. Así, el lado iluminado del tallo crecería poco debido a que tendrá menos auxina activa que en el lado colocado en la oscuridad.

Problema

¿El efecto de la luz en una sola dirección origina que la planta dirija su crecimiento hacia este estímulo?

Hipótesis

Al inactivar la luz a la auxina, el lado del tallo iluminado crecerá menos, y todo el tallo se curvará hacia la luz.

Método y diseño experimental

Sembrar dos semillas de frijol en cada uno de los vasos con tierra húmeda.

Colocar los vasos dentro de cada una de las cajas con las siguientes características: la caja A se deja con la parte superior destapada, la caja B completamente tapada, y a la caja C se le hace una ventana del lado superior izquierdo.

Resultados

Observa la dirección de crecimiento de las plantas.

Scanned with CamScanner

Caja A

Caja B

Caja C

Material:

- 3 vasos de unicel
- 10 semillas de frijol
- 500 g de tierra negra
- 5 cajas de cartón
- Un foco con extensión y clavija

Análisis de resultados

Discutir y analizar las observaciones y resultados.

Conclusión

Según los resultados se confirma o rechaza la hipótesis.

Si tu escuela no tiene laboratorio, puedes realizar actividades muy sencillas en el aula que favorecen el desarrollo de habilidades de observación, experimentación y comprobación, además de fomentar hábitos de limpieza y orden. Por ejemplo, la observación del proceso de germinación de las semillas sólo requiere de recipientes desechables, algodón y agua. La descripción de las estructuras de la flor requiere sólo de una lupa para ver las partes pequeñas de la flor. Para observar del ciclo de vida de la mosca de la fruta se necesitan frascos con pedazos de plátano y guayaba, y para constatar la reproducción del moho sólo necesitamos frascos con pedazos de tortilla y pan húmedos.

ACTIVIDAD

Conocimiento del laboratorio escolar

Objetivo: Que el alumno conozca los aparatos, el equipo y las instalaciones del laboratorio escolar.

En equipos de cuatro o cinco compañeros realicen las siguientes actividades.

- Elaboren una lista de los materiales, instrumentos y aparatos que se encuentran en el laboratorio escolar.
- Identifiquen por su nombre a cada uno de ellos e investiguen cuál es su uso.
- Describan el mobiliario del laboratorio escolar.
- Identifiquen el material de cristalería con el que cuenta el laboratorio e investiguen su utilidad.
- Pregunten qué colorantes, fijadores, conservadores o anestésicos se tienen.
- Ubiquen y verifiquen las instalaciones de agua, gas, electricidad, desagüe, sistemas de ventilación, y pregunten cómo funcionan.
- Averigüen si se cuenta con botiquín de primeros auxilios y qué material contiene.
- Al terminar, confronten sus observaciones, aclaren las dudas que surjan con su profesor y analicen el reglamento del laboratorio de su escuela.

Scanned with CamScanner

LECCIÓN 5

5. Prácticas de campo

Los métodos de la biología, como la exploración y la descripción, requieren del desarrollo de tu capacidad de observación directa en los sitios de estudio. Los conocimientos teóricos que aprendes en el aula se complementan con las actividades de campo, de manera que puedas llevar a cabo observaciones de los seres vivos y del medio donde se desarrollan, para que así los describas en cuanto a sus formas, colores, tamaños y a sus relaciones con otros organismos. Para cualquier estudio en el campo es importante planear las actividades que se van a desarrollar, los métodos que se aplicarán y los materiales y el equipo necesarios para realizarlo (figura 1.21).

Fig. 1.21
Colecta fotográfica de plantas y animales que evita perturbar la naturaleza.

En algunos casos puedes llevar al laboratorio escolar especímenes de insectos o de otros organismos, siempre y cuando verifiques que existan en gran cantidad, que no tengas que destruirlos y que no afectes el medio en que viven, para observar con más detalle en los microscopios o para hacer estudios experimentales sobre su conducta o reproducción. Lo más conveniente es que se planeen estudios que no afecten la naturaleza.

Las actividades prácticas en jardines o áreas verdes cercanas a la escuela son apropiadas para estudiar la diversidad de plantas y animales que pueden establecerse en una comunidad artificial (hábitat modificado por el hombre).

5.1 Su función

La investigación, la solución de problemas y el aprendizaje, entre otras, son algunas justificaciones para la colecta "*in situ*", sobre todo si no se tienen videos o esquemas que puedan sustituir la colecta de especímenes.

Es importante que conozcas cómo trabajan los investigadores en el campo y qué tipo de materiales utilizan, pues también es posible que desarrolles este tipo de actividades durante éste o el próximo curso. Por ejemplo, el botánico colecta especímenes para conservarlos secos en el herbario y estudiar todas sus características.

Las técnicas de colecta varían de acuerdo con el grupo de plantas que se estudien, por ejemplo, el taxónomo de biznagas (cactos) conserva sus especímenes retirando toda la pulpa de su ejemplar y lo seca en una estufa con temperatura controlada. El taxónomo de pinos colecta piñas y ramas del pino en sobres. Los botánicos que estudian plantas con flores, colectan ramas con frutos o flores, las prensan para desecarlas y prepararlas para formar un herbario con el nombre del ejemplar, el sitio, fecha de colecta y una breve descripción del sitio donde se hizo la colecta.

5.2 Los materiales de la salida de campo

Los materiales de campo que usan son navajas, tijeras para podar, pala de jardín, prensas de madera, papel periódico, cartón, etiquetas, marcadores indelebles, lápiz, cámara fotográfica, catálogos de colores y libros especializados sobre el grupo de plantas o animales que se estudia.

Scanned with CamScanner

Las técnicas de captura de animales también varían de acuerdo con el grupo en estudio. Los insectos son capturados colocando un foco encendido detrás de una tela blanca, así muchos insectos atraídos por la luz quedan atrapados en la tela. Algunos investigadores utilizan redes para atraparlos vivos y llevarlos en frascos a sus laboratorios donde los describen y fijan con alfileres en una lámina de corcho para guardarlos en las colecciones con grupos similares (figura 1.22).

Fig. 1.22 Con este tipo de red los investigadores atrapan insectos sin lastimarlos.

Otros estudios de campo no requieren de colectas, sino sólo de la observación paciente del investigador y de su ingenio para lograr conocer las actividades de los animales. Por ejemplo, el mono aullador que habita en Chiapas es una especie que se encuentra amenazada por la creciente adaptación de suelos para la agricultura y la ganadería. Su zona de distribución es muy reducida y se ha vuelto muy huidizo.

Los biólogos que lo estudian pasan horas observándolo, y para evitar ser vistos hacen grabaciones con cámaras de video que tienen lentes de acercamiento.

5.3 Ejemplos de investigaciones de campo

Las actividades de investigación en el campo son tan serias e importantes como las que se desarrollan en el laboratorio escolar. Cuando un grupo de estudiantes va a realizar una práctica generalmente su actitud cambia, se sienten más libres y sus actividades de recreo son mayores (figura 1.23). Sin embargo, los riesgos y peligros pueden incrementarse. Es importante que al salir al campo tomes las siguientes medidas para evitar accidentes y lograr un trabajo exitoso.

- Organizar equipos de trabajo.
- Escoger un representante por cada equipo.
- Repartir el material de campo entre todos los integrantes del equipo.
- Reunir todo el material antes de la salida.
- Que cada integrante del equipo tenga claro los objetivos y los métodos o técnicas a seguir.
- En el sitio de estudio, trabajar con responsabilidad en la toma de datos; ordenarlos y exponerlos ante el grupo, ya sea en el mismo sitio o al regreso en el laboratorio escolar.

Fig. 1.23 Al realizar una práctica de campo se debe tener respeto por la naturaleza.

Scanned with CamScanner

ACTIVIDAD

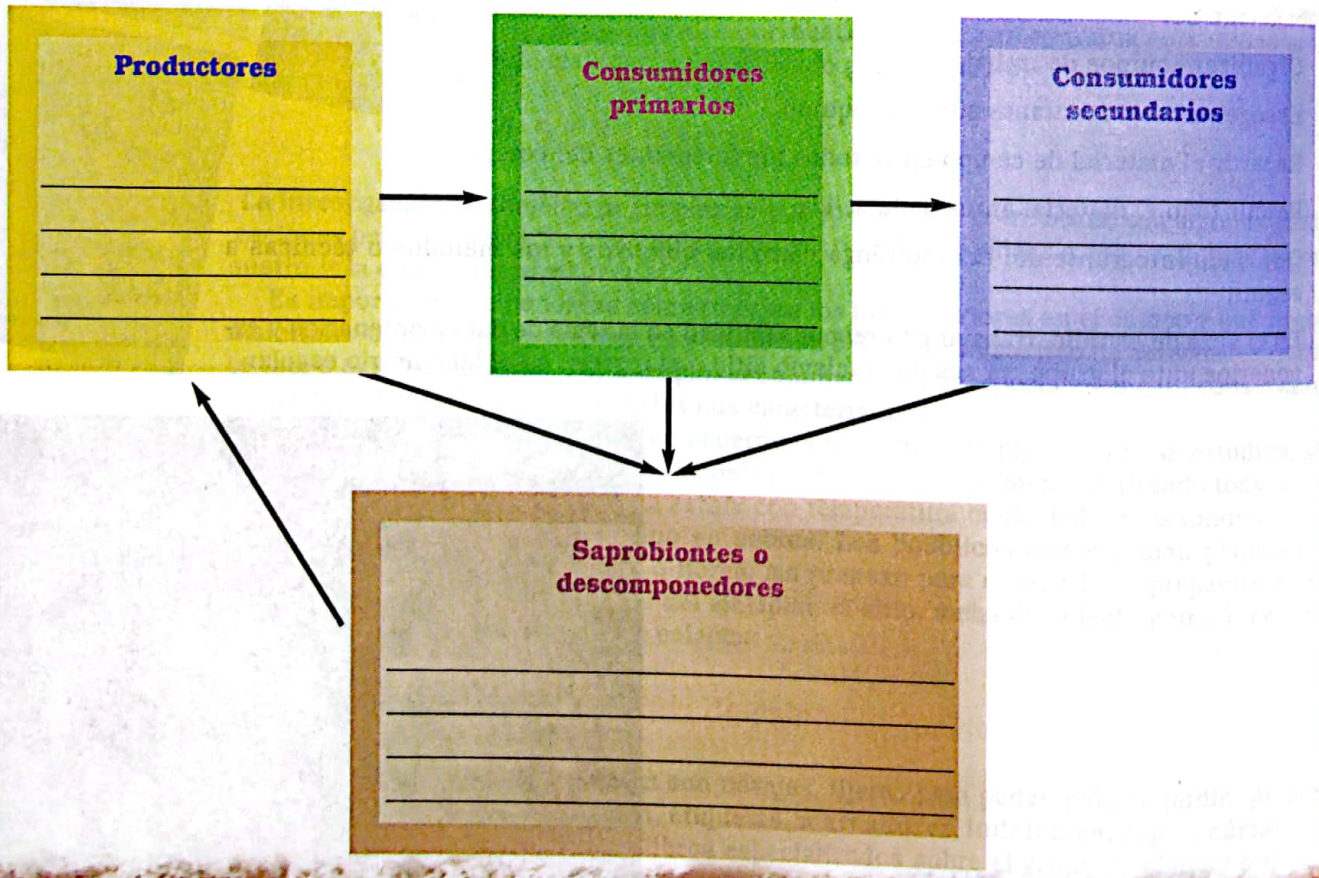
Trabajo de campo

La enseñanza de la biología actual requiere usar organismos vivos o adecuadamente conservados para realizar observaciones, estudios o investigaciones de una manera más objetiva.

Objetivo: Que el alumno aplique técnicas de trabajo de campo para observar las funciones tróficas de los seres vivos en un ecosistema.

Procedimiento:

1. Organízate en equipos y elaboren un plan de trabajo de campo para observar las cadenas o redes alimentarias, tomando en cuenta las normas para no perturbar el sitio de estudio.
2. En el campo delimiten un área de estudio y observen las redes alimentarias que ahí se presentan.
3. Observen cuántas clases de plantas representan a los productores y cuáles son más abundantes.
4. Distingan cuántas clases de animales son los consumidores primarios (herbívoros).
5. Identifiquen cuántas clases de animales se desempeñan como consumidores secundarios (carnívoros).
6. Analicen y discutan con sus compañeros de equipo, cuáles son los organismos saprobiontes o descomponedores.
7. En un diagrama, como el que se encuentra abajo, anoten los nombres de los organismos correspondientes según su función en la red alimentaria.
8. Reflexiona en lo observado e intercambia tu punto de vista con tus compañeros de equipo o de grupo.
9. Elabora tu conclusión sobre la importancia que el trabajo de investigación tiene para la ciencia.
10. Según el estudio ¿qué animales son más numerosos, los consumidores primarios o los secundarios?



Scanned with CamScanner

LECCIÓN 6

6. Sentido y utilidad de los conocimientos biológicos

6.1 Conocimiento de los seres vivos

¿Cuál es nuestra relación con la biología?

Nuestra relación con la naturaleza es innumerable, pensemos en lo que comemos diariamente y de dónde provienen esos alimentos: la leche, el queso, el yogur y la mantequilla son de origen animal; las ensaladas combinan diferentes tipos de hortalizas, y las frutas provienen de plantas que el hombre cultiva.

La mayoría de los alimentos humanos provienen de las plantas, como el maíz, el trigo, el arroz, la avena; las legumbres, las hortalizas y las frutas, y de los animales como la carne vacuna, porcina, de las ovejas, cabras; los conejos, las gallinas, los peces y varios moluscos, o de sus productos derivados: leche, crema, queso, mantequilla, huevo, miel, grasas, aceites, etcétera.

6.2 Salud

Muchos organismos son importantes para conservar la salud de los seres vivos. En el caso del ser humano, varias especies de microorganismos, como las bacterias, le causan enfermedades como cólera, lepra, tuberculosis, tétanos, fiebre tifoidea, sífilis, gonorrea, etc. Los **virus** son un caso especial pues no cumplen con las características de los seres vivos; sin embargo, sí les causan enfermedades como viruela, sarampión, rabia, poliomielitis, escarlatina, gripe, paperas, fiebre amarilla, SIDA.

De las plantas, animales y microorganismos o de sus productos son extraídas sustancias medicinales que contribuyen a conservar la salud humana: de la quina se saca la quinina para combatir el paludismo, de la belladona se obtiene la atropina para relajar los músculos, del eucalipto se separa el eucaliptol que sirve como antiséptico de las vías respiratorias, de la **ipecacuana** se extrae la **emetina** para el tratamiento de la amibiasis, del barbasco se obtiene la diosgenina para elaborar píldoras anticonceptivas, de los hongos del género *Penicilium*, se produce la penicilina, antibiótico que ha salvado la vida a millones de personas.

Los animales como el caballo se utilizan para preparar los sueros antitetánicos y el **suero antiofídico**, los conejos y terneras se emplean para obtener vacunas antirrábica y antivariólica; de las serpientes venenosas, alacranes y arañas se extrae el veneno para el antígeno que producen los sueros (figura 1.24).

En los laboratorios de investigación se utilizan varios tipos de animales, como ratas, ratones, cuyos, cobayos, conejos y monos, para investigar las enfermedades o probar la efectividad de los medicamentos.

Fig. 1.24 Plantas de uso medicinal (arriba) y una serpiente (abajo) de la cual se obtiene veneno para fabricar suero contra los efectos de su mordedura.

Scanned with CamScanner

Algunas especies de animales son huéspedes intermediarios de **parásitos** del hombre (figura 1.25).

Huésped intermediario	Parásito que transmite al hombre	Enfermedad que produce
Mosco anofeles	*Plasmodium vivax*	**Paludismo**
Chinche triatoma	*Trypanosoma cruzi*	**Enfermedad de Chagas**
Mosco simulido	*Onchocerca volvulus*	**Oncocercosis** (ceguera)
Caracol Lymnea	*Fasciola hepatica*	**Faciolasis**
Cerdo	*Trichinella spiralis*	**Triquinosis**

Otros son parásitos internos, como las giardias, tricomonas, amibas, lombrices, uncinarias, etc., o son **ectoparásitos** como los piojos, pulgas, chinches y garrapatas. Conociendo sus huéspedes y los ciclos de vida de los parásitos que afectan al hombre se puede prevenir que nos dañen o controlarlos tomando medidas sanitarias.

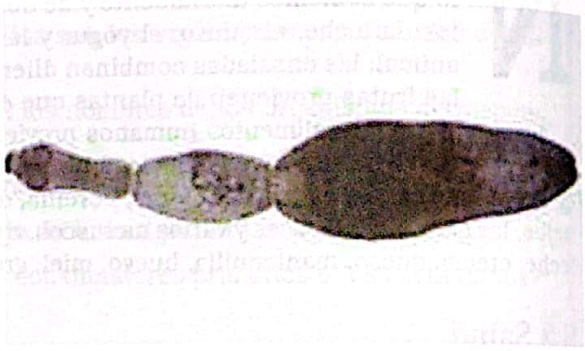


Fig. 1.25
Tenia solium animal parásito intestinal del hombre.

Varias especies de plantas son útiles al hombre, desde el punto de vista de importancia industrial, pues proveen materia prima y sustancias de gran valor. Las plantas pueden agruparse en varias categorías:

Las maderables:	Pinos, oyameles, encinos, caobas, ébanos, cedros, etc., que producen papel, celulosa y muebles, entre otros.
Las textiles:	Algodón, henequén, cáñamo, lino, yute, con los que se manufacturan telas, fibras, cuerdas, sombreros, costales y bolsas.
Las ceríferas:	Árbol de hule, guayule, chicozapote, candelilla, con ellas se producen llantas, botas de hule, impermeables, mangueras, chicles, ceras y barnices.
Las resiníferas:	Pinos, copal y guayacan, de sus resinas se originan el aguarrás, pinturas, ceras y grasas.
Las oliferas:	Olivo, ajonjolí, cacahuate, almendro, cocos, para obtener aceites, jabones y lubricantes.
Las sacríferas:	Caña de azúcar y remolacha, producen azúcar, dulces, jarabes, melcochas y alcohol.

Muchas especies de animales también aportan diversos productos para la industria:
La cera de las abejas se utiliza para la fabricación de velas y ceras.
Con las pieles de vacas, cerdos, lagartos, serpientes, se confeccionan zapatos, bolsas, chamarras, cinturones, etcétera.
Con la lana de borregos, alpacas, vicuñas, se manufacturan casimires, cobijas, suéteres, bufandas y guantes.
La grasa de ballenas y cachalotes se utiliza en la fabricación de jabones y grasas industriales.

Scanned with CamScanner

Con los cuernos de renos, venados, toros y colmillos de elefantes, se confeccionan varios tipos de artesanías.
El pelo de camellos, conejos y nutrias se emplea en la fabricación de pinceles.
Las plumas de diversas aves se usan para rellenar almohadas o con fines ornamentales.
Los hilos de seda del capullo de una mariposa son la base de la industria de la sericultura.

6.3 Alimentación

Con los conocimientos obtenidos de las diferentes áreas de la biología, la humanidad se ha beneficiado; por ejemplo, con la genética se han mejorado las especies de plantas y animales para obtener una mayor producción, como es el caso del maíz híbrido de mayor tamaño y con más granos, el trigo enano de espigas grandes que produjo la revolución verde (aumento de producción), la caña de azúcar con más azúcar y resistente a las plagas, etcétera.

También son producto de la selección artificial y el cruzamiento controlado, las vacas holandesas y las jersey que dan más y mejor leche: los borregos merinos que producen más lana; las diversas razas de caballos para carrera, tiro o carga; las gallinas ponedoras o de abundante carne; las diferentes razas de perros utilizados para funciones específicas, y varias más. Por medio de la ingeniería genética se han producido organismos transgénicos, recombinando los genes, y obtenido varios productos o características útiles en éstos.

Organismos transgénicos

Los organismos transgénicos son aquellos a cuyo material genético se ha incorporado algún gen o grupo de genes de otra especie, con el propósito de que adquieran cierta cualidad, como resistencia al calor, al frío, a los insecticidas, a los parásitos; mayor producción de carne, leche, etcétera.

Vegetales transgénicos con genes resistentes a sequías, heladas, insectos (figura 1.26). Papas con genes de maíz para aumentar su valor nutritivo.

Variedades de maíz con genes resistentes a herbicidas y a plagas como el "taladro".

Plantas transgénicas para mejorar su producción: alfalfa, calabaza, melón, papa, tomate y trigo.

Entre los animales transgénicos está el cerdo astrid con genes humanos para obtener órganos para trasplantes.

El ratón harvard con genes humanos para estudiar tumores cancerosos.

Fig. 1.26
Plantas transgénicas.

¿SABÍAS QUE?

Los alimentos transgénicos se derivan de plantas o animales a los que les han trasladado genes de otros organismos por medio de la ingeniería genética, con el objetivo de hacerlos más nutritivos, apetitosos o resistentes a las plagas e inclemencias del clima o para hacerlos más productivos.

Scanned with CamScanner

El ratón dorian grey con genes para no envejecer, crecer indefinidamente y con muerte programada.

El ratón inmunodeficiente para investigar el SIDA.

El ratón gigante con el gen de la hormona de crecimiento de la rata.

Los organismos transgénicos se encuentran en una situación controvertida pues, mientras muchos aseguran que con ellos se puede aumentar la calidad y cantidad de alimentos, medicamentos y otros productos de consumo humano, otros científicos aseguran que a la larga causarán efectos nocivos en el ser humano que los consume, pues desarrollarán resistencia a los antibióticos y será difícil controlarlos.

En 1996, se autorizaron treinta y dos fármacos con principios activos sintetizados mediante la ingeniería genética.

6.4 Conservación ambiental

En la estrategia mundial para la conservacieon elaborada en 1980 por la Organización de Naciones Unidas, se plantea la interdependencia del desarrollo y la conservación. Donde la sociedad sustentable o sostenible es la que presta atención a las necesidades del presente sin compromenter la capacidad de las generaciones futuras para hecerse cargo de sus propias necesidades, con el compromiso de no destruir el ambiente y los recursos naturales para que las nuevas generaciones también puedan hacer uso de ellos.

La problemática ambiental no se limita al aspecto meramente científico, sino que engloba aspectos sociales, políticos y económicos. El cambio global es una alteración del medio ambiente, en un intervalo de tiempo muy corto, que ocurre en todo el mundo y a una escala sin precedentes en la historia de la humanidad.

Por un lado, se encuentran los cambios climáticos causados por las alteraciones en la composición química de la atmósfera (concentraciones de dióxido de carbono, ozono, metano, óxidos de nitrógeno y los clorofluorocarbonados CFC), producto de la urbanización y uso de tecnologías industriales. Las consecuencias de estos cambios en la química atmosférica son amplificados por el sistema de interacciones climáticas con los organismos vivos y el ciclo hidrológico.

Por otro lado, están los cambios en el uso del suelo, como lo es la transformación de bosques y selvas en pastizales o en suelos agrícolas, o la ocupación y destrucción de ecosistemas naturales a causa de la urbanización. Los cambios climáticos también pueden provocar desertización y convertir los pastizales en matorrales, estas interacciones en todos los cambios tienen consecuencias globales.

Scanned with CamScanner

ACTIVIDADES DE CONSOLIDACIÓN

1. ¿Cuáles son las áreas básicas de la biología?
2. Cita las características de los seres vivos.
3. Menciona de qué elementos están constituidos principalmente los seres vivos.
4. ¿Cuáles son las fases del método científico experimental?
5. Menciona las principales normas de seguridad del laboratorio.
6. Nombra cinco productos derivados de plantas útiles al hombre.
7. Refiere cinco productos derivados de animales útiles al hombre.
8. Nombra cinco organismos que produzcan enfermedades al ser humano.
9. Cita cinco organismos transgénicos.
10. Señala cinco productos obtenidos por biotecnología.

Mapas conceptuales de consolidación

El mapa conceptual es un recurso esquemático para representar un conjunto de significados conceptuales. Éstos tienen por objeto representar relaciones significativas entre conceptos, por lo que deben ser jerárquicos; es decir, los conceptos más generales e inclusivos se sitúan en la parte superior y los conceptos progresivamente más específicos en la parte inferior.

Actividades para la elaboración de mapas conceptuales

1. Lee el texto y selecciona los conceptos más importantes.
2. Haz una lista de estos conceptos; analiza y discute cuáles son los más importantes e inclusivos.
3. Ordena los conceptos de mayor a menor generalidad.
4. Elabora el mapa conceptual empleando la lista ordenada como guía para construir la jerarquía conceptual.
5. Elige los enlaces apropiados para formar las proposiciones que muestran las líneas del mapa (por ejemplo son, pueden ser, se componen de, sus consecuencias son, se originan de, por ejemplo, etcétera).
6. Busca las relaciones cruzadas entre conceptos.
7. Escoge un tema y elabora un mapa conceptual, de tal manera que entre todo tu equipo se construyan los mapas conceptuales de todos los temas de la unidad:
   - Historia de los grandes avances en la biología.
   - Los seres vivos: el objeto de estudio de la biología.
   - Los métodos de la biología.
   - Laboratorio escolar, su estructura y manejo.
   - Prácticas de campo.
   - Sentido y utilidad de los conocimientos biológicos
8. Comparen sus mapas conceptuales con los otros equipos y elijan los que consideren más completos.

Scanned with CamScanner

Ácidos nucleicos. Moléculas complejas ubicadas en el núcleo de las células, que controlan la transmisión de los caracteres hereditarios y tienen la información para la fabricación de proteínas.

Adenosín trifosfato (ATP). Compuestos orgánicos o molécula que en todos los seres vivos almacena la energía y la proporciona a las células para la realización de sus funciones.

ADN (Ácido desoxirribonucleico). Polímero o molécula compleja que contiene información genética de los seres vivos.

Anión. Partícula con carga negativa por haber perdido un protón o ganado un electrón. Por ejemplo el cloro (Cl^-).

Anélidos. Gusanos segmentados con celoma verdadero. La lombriz de tierra.

Antibióticos. Medicamentos que se utilizan contra los microorganismos que producen infecciones.

Autoclaves. Aparato para esterilizar, por medio de calor u otras radiaciones, instrumental médico.

Biogénesis. Los seres vivos se originan de otros organismos vivos semejantes.

Biogeoquímicos. Se refiere a los elementos químicos que forman parte de los seres vivos y que pueden ser tomados del aire, agua o del suelo.

Bipartición. Proceso reproductivo asexual en algunas células mediante el cual de una de ellas se forman dos.

Cadenas alimentarias. Es la representación de las relaciones que tienen las diferentes especies con el fin de obtener alimentos.

Catalizadores. Sustancias de naturaleza proteica que regulan la velocidad de las reacciones químicas o permiten realizarlas a la temperatura ambiente.

Célula. Unidad estructural y funcional de los organismos vivos.

Clonación. Proceso reproductivo en el que la descendencia sólo tiene un progenitor y, por lo tanto, hereda su carga genética. Es muy común en vegetales y microorganismos. En la actualidad, se reproducen animales y vegetales artificialmente de forma sexual.

Cofactor. Elemento químico, en su mayoría metálico, que se acopla a la estructura de las enzimas. Sin este elemento no son funcionales.

Coleóptilo. Vaina protectora que envuelve el tallo de ciertas plantas monocotiledóneas como el maíz.

Conocimiento racional. Es aquel que se obtiene mediante la reflexión y comprensión de la información que se obtiene por cualquier vía.

Control biológico. Uno de los métodos que se utiliza para combatir plagas con enemigos naturales. Por ejemplo: varias especies de orugas son controladas con avispas parásitas; y las larvas de escarabajos son controladas con la bacteria *Bacillus thuringiensis*.

Cromosomas. Son estructuras formadas por ADN y proteínas que se hacen visibles en los eucariontes, durante la duplicación celular.

Ectoparásito. Organismo que vive externamente de una planta o animal y obtiene de él su alimento.

Elemento químico. Molécula o sustancia formada por uno o varios átomos del mismo número atómico.

Emetina. Es un alcaloide en forma de polvo blanco, inodoro y amargo, soluble en alcohol; es un emético violento y veneno poderoso, se usa en el tratamiento de la disentería amebiana.

Enfermedad de Chagas. Producida por el *Trypanosoma cruzy*, se manifiesta infección aguda, fiebre irregular e inflamación de los ganglios linfáticos, también somnolencia permanente y hasta la muerte.

Enzima. Tipo de proteína cuya función es acelerar o retardar las reacciones químicas.

Epidemia. Enfermedad que afecta a muchos individuos al mismo tiempo. Ejemplo, el cólera.

Equinodermos. Grupo de invertebrados marinos con espinas o escamas en su piel. Entre ellos están la estrella de mar y el erizo de mar.

Escisión múltiple. Forma de reproducción asexual en la cual de una célula se forman varias de ellas.

Escolásticos. Pertenecientes a la escuela teológica. Referente a la enseñanza que se imparte en las iglesias católicas.

Esponjas. Organismos invertebrados y acuáticos pertenecientes al grupo de espongiarios.

Esporulación. Forma de reproducción asexual, en la cual de una célula se forman varias esporas que darán origen a una célula, cada una de ellas. Ejemplo, *Plasmodium vivax*.

Estructuras sanguíneas. Se refiere a los glóbulos blancos, glóbulos rojos, plaquetas, etc., que se encuentran inmersos en la linfa del torrente sanguíneo.

Farmacopea. Libro oficial de cada país que regula la preparación de medicamentos.

Fasciolasis. Enfermedad producida por un gusano plano denominado *fasciola hepática* y que se aloja en los conductos del hígado produciendo graves alteraciones digestivas.

Fecundación. Es la unión del núcleo del espermatozoide y del núcleo del óvulo de individuos de la misma especie.

Filogenia. Es la historia de la evolución de una especie.

Filosofía materialista. Es el sistema filosófico occidental según el cual toda existencia se puede reducir a la materia.

Fotosíntesis. Proceso en virtud del cual los organismos con clorofila, como las plantas verdes, las algas y algunas bacterias, capturan energía en forma de luz y la transforman en energía química.

Fragmentación. Es la formación de dos o más partes pequeñas a partir de una original.

Gameto. Célula sexual formada en los individuos que se reproducen sexualmente.

Gemación. Reproducción asexual en la que una pequeña parte del cuerpo del progenitor emerge y después se desprende de él, constituyéndose como un nuevo individuo.

Gen. Es la unidad de material genético que contiene la información necesaria para especificar la secuencia de los aminoácidos que conforman una proteína.

Género. Agrupación de las especies muy relacionadas.

Scanned with CamScanner

Genoma humano. Conjunto de genes que codifican o contienen la información genética de los individuos que pertenecen a la especie humana.

Hemocapilares. Vasos sanguíneos con pared muy delgada formada por una capa de células. En los hemocapilares se realiza el intercambio de oxígeno y sustancias alimenticias con las sustancias de desecho producidas por las células.

Herejía. Posición contraria a los dogmas de la Iglesia católica.

Homeostasis. Es la capacidad o tendencia de los organismos de mantener constante las condiciones de su medio y estructuras internas.

Inmunológicos. Se refiere a los elementos, procesos o acciones del organismo tendentes a protegerse de la acción de microorganismos, virus, sustancias o radiaciones que le son extraños.

Ion. Átomo que pierde un electrón y adquiere carga positiva.

Ipecacuana. Planta del género de las rubiáceas cuya raíz se utiliza en la medicina.

Laboratorios de fijación del nitrógeno. Instituciones o instalaciones en las que se investiga y experimenta sobre el proceso mediante el cual algunas plantas obtienen y conservan el nitrógeno atmosférico.

Linaje. Grupo de parentesco cuyos miembros descienden de un antepasado conocido común.

Manipulación de genes. Es la alteración del mensaje genético normal de un individuo, utilizando diferentes técnicas y recursos tecnológicos.

Microscopio compuesto. Aparato conformado por un sistema de dos lentes como mínimo y que sirve para incrementar el tamaño de las imágenes obtenidas de un objeto.

Microscopio estereoscópico. Es el formado por un sistema de dos lentes con los que se observan dos imágenes de un mismo objeto en diferente ángulo, obteniendo la sensación de profundidad.

Micrótomo. Instrumento con el cual se efectúan cortes de espesor muy delgado para observar en el microscopio.

Molécula. Unidades de materia en la que dos o más átomos están unidos por enlaces químicos.

Monera. Reino que incluye a los organismos unicelulares que no presentan membrana nuclear y que sus ácidos nucleicos se encuentran disueltos en el citoplasma.

Mutación. Cambio en la secuencia de las bases de ADN que forman uno o varios genes. Frecuentemente producen alteraciones en la descendencia que atenta contra su existencia.

Nemátodo. Gusano de cuerpo cilíndrico, delgado y aguzado en los extremos.

Nivel genético. Es el ámbito en el que se estudian los genes y las partes que los componen.

Observaciones sistemáticas. Son aquellas que se realizan con la constancia requerida, de tal manera que no se omitan detalles del objeto, proceso u organismo a investigar.

Oncocercosis. Enfermedad producida por un gusano cilíndrico (*Onchocerca volvulus*) que frecuentemente se aloja en el ojo y produce ceguera si no es atendida a tiempo.

Paludismo. Enfermedad infecciosa que se manifiesta por fiebre y debilitamiento progresivo de la persona, y es producida por un protozoario (*Plasmodium vivax*), que parasita los glóbulos rojos.

Pandemia. Brote de una enfermedad que se difunde en una zona muy amplia del planeta y afecta a más personas, más que una epidemia.

Parásito. Organismo que vive dentro o sobre otro organismo alimentándose de él y causándole daño.

Plaga. Población de organismos que al crecer en forma descontrolada, causa daños económicos, transmite enfermedades a las plantas, a los animales o al hombre y, en general altera el equilibrio ecológico.

Platelmintos. Gusanos muy primitivos que son parásitos o de vida libre. Al ser humano lo parasita la fasciola hepática, entre otros invertebrados.

Pluricelular. Se dice del organismo que está conformado por muchas células.

Potencial de acción. Es la cantidad mínima de carga eléctrica del sistema nervioso para producir el funcionamiento de las estructuras y sistemas que inerva.

Proteínas catalizadoras. Se refiere a las enzimas, las cuales aceleran o retardan los procesos bioquímicos.

Protista. Reino conformado por organismos unicelulares o agrupaciones de los mismos, en los que cada individuo tiene un núcleo o más.

Reacciones bioquímicas. Son las reacciones en las que intervienen las moléculas complejas que conforman los seres vivos (proteínas, carbohidratos, lípidos, ácidos nucleicos, etcétera).

Segregación. Separación.

Selección natural. Mecanismo de evolución propuesto por Darwin en el que se adjudica al medio la capacidad de "rechazar" o "aceptar" las variaciones en los individuos de las poblaciones.

SIDA. Iniciales de la enfermedad denominada Síndrome de inmunodeficiencia adquirida, producida en el ser humano por un virus (VIH).

Síntesis de proteínas. Proceso de construcción de las proteínas al interior de las células en las que interviene activamente el ARN.

Sistemática. Forma organizada y constante de hacer algo.

Suero antiofídico. Suero contra el efecto del veneno de las serpientes.

Transgénicos. Son los organismos a los que se han introducido uno o varios genes pertenecientes a otra especie.

Triquinosis. Enfermedad producida por la *Trichinella spiralis*, gusano redondo que se encuentra en la carne de cerdo contaminada. Cuando el ser humano la ingiere, dicho gusano llega a diferentes partes del organismo formando un quiste. Cuando se aloja en el sistema nervioso es particularmente peligrosa y llega a producir la muerte.

Unicelular. Organismo formado por una sola célula. Generalmente pertenecen a los reinos monera y protista.

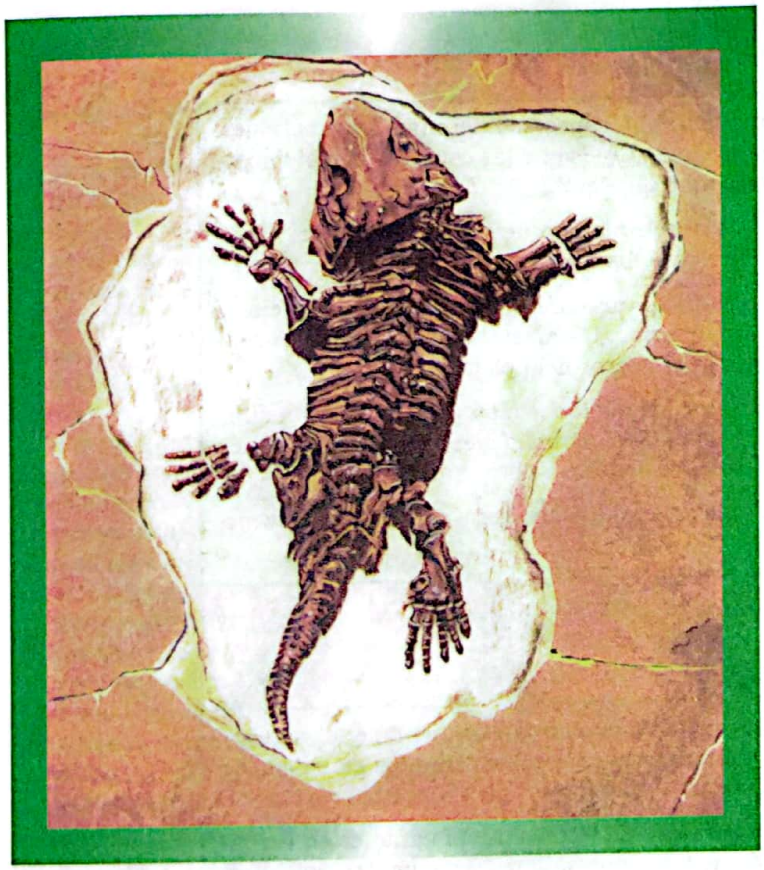
Variación genética. Es el conjunto de cambios que se producen en el material genético de la descendencia y que se manifiesta con la aparición de pequeñas diferencias entre los hijos de los mismos padres.

Virus. Partícula no celular compuesta de un ácido nucleico envuelto por una cápsula de proteínas. Pueden multiplicarse sólo dentro de algunas células.

Scanned with CamScanner

BIOLOGÍA 1

UNIDAD 2



EVOLUCIÓN: CAMBIO DE LOS SERES VIVOS A TRAVÉS DEL TIEMPO

Uno de los temas más interesantes de la biología y que más controversia ha suscitado es el de la evolución de las especies, pues es precisamente la teoría evolutiva la que sustenta la ciencia biológica. Muchos naturalistas y científicos han investigado acerca de los hechos que sucedieron en el pasado y que explican la presencia de los seres vivos actuales, su diversidad y su distribución. Aunque algunas teorías tienen poca evidencia a su favor, es conveniente conocerlas como antecedente del pensamiento científico y del interés de los naturalistas del pasado, para explicar los fenómenos y sus orígenes.

En esta unidad conocerás las primeras ideas sobre la evolución, algunas teorías preevolucionistas y, a los naturalistas que abordaron el tema con nuevas propuestas relacionadas con la evolución de las especies, como Lamarck, Darwin y Wallace. Estos dos últimos naturalistas, con sus teorías, han sentado las bases para la propuesta neodarwinista o teoría sintética de la evolución. Más que una propuesta es una serie de conocimientos de diferentes áreas biológicas que apoyan la idea de la evolución, mediante la selección natural con evidencias claras, además de que se reconocen otras fuerzas evolutivas.

Asimismo, en esta unidad se dan a conocer algunas causas que originan la formación de especies y cómo influyó el aislamiento en este proceso. Se abordan los tipos de adaptaciones que los organismos han logrado a lo largo de la historia evolutiva. Finalmente, se expone la teoría neodarwinista moderna, que se fundamenta

Scanned with CamScanner

en la selección natural, concepto de la teoría darwinista original, como causa de la adaptación en el proceso evolutivo de las especies, y la de autores como Theodor Dobzhansky, Ernst Mayr y Georges Gaylor Simpson, que promovieron la teoría sintética de la evolución apoyada en áreas de la biología, como la genética, la biología molecular, la embriología, la anatomía, la paleontología y la biogeografía.

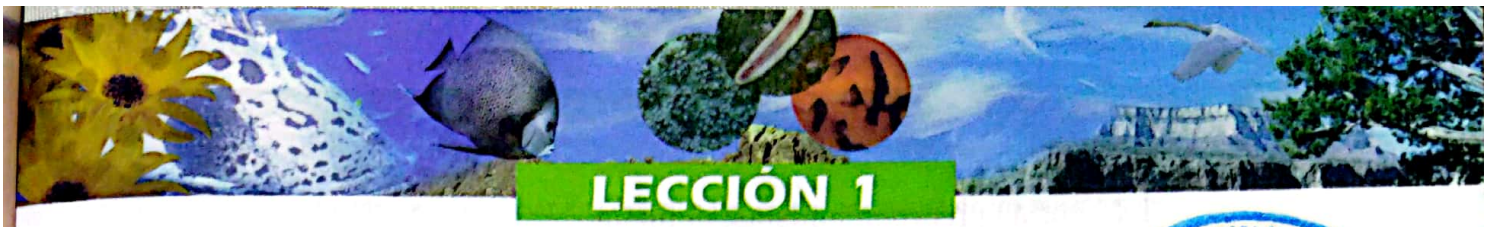
PREGUNTAS INTRODUCTORIAS

1. Los fósiles nos muestran que fueron especies diferentes a las actuales y que vivieron hace muchos años. ¿Crees que las especies cambien con el tiempo o permanecen siempre iguales?
2. ¿Si un órgano del cuerpo se desarrolla porque se utiliza mucho, crees que esta característica se hereda a los hijos?
3. Una población de mamíferos tiene variación en el grosor de su pelaje. Al presentarse un invierno muy frío, ¿les afectará en forma diferente a los individuos de menor y mayor grosor del pelaje?
4. ¿Cómo logran las especies sus adaptaciones a su medio? Por ejemplo, los topos son casi ciegos y tienen las extremidades anteriores muy desarrolladas, cavan y viven en madrigueras subterráneas.
5. ¿Cómo se originan nuevas especies, si un gato origina gatos y no patos?

CONCEPTOS CLAVE

- Selección natural es el mecanismo evolutivo que favorece la supervivencia y reproducción diferencial, basada en las variantes genéticas de los individuos de una especie.
- Variación se refiere a la diversidad de formas de un carácter en los individuos de una población y entre poblaciones, producidas por la recombinación genética y la mutación.
- Adaptación es el conjunto de atributos resultantes de la supervivencia y reproducción de los organismos de una especie en un ambiente determinado.
- Especie se define como el conjunto de organismos con características físicas y genéticas similares entre sí que favorecen el apareamiento y la reproducción, dejando descendencia con capacidad reproductiva.
- Especiación, es el proceso que origina nuevas especies a partir de una población inicial debido a la imposibilidad de que dos grupos o más de la población original se reproduzcan e intercambien genes entre ellos, ya que han desarrollado una divergencia genética importante que impide su cruzamiento.

Scanned with CamScanner



LECCIÓN 1

COLEGIO NUESTRA Sra. DE LA PAZ
BIBLIOTECA

1. Primeras ideas evolutivas

La evolución biológica se refiere a los cambios en los atributos y la composición del material genético de las especies, debidos a la sobrevivencia diferencial a través de cientos, miles o millones de años. El estudio de los seres que vivieron en el pasado ha aportado gran cantidad de información sobre las características de los seres vivos y el medio en que vivían, por lo que se presume que de algunas de esas especies derivaron las que viven en la actualidad.

En la época actual, los científicos explican los cambios que han sufrido las especies a través del tiempo planteando la teoría evolutiva, pero esto no siempre fue así. A lo largo de la historia de la humanidad, pensadores y naturalistas han dado explicaciones sobre el origen de la vida en la Tierra y sobre la organización y la estabilidad de las formas vivientes, con ideas y conceptos que ahora han sido superados por la comunidad científica.

Por ejemplo, el filósofo griego Aristóteles pensaba, en términos de la evidencia, que las especies no cambiaban durante el transcurso del tiempo, sino que siempre habían sido las mismas. Anaximandro difundía la idea de que el ancestro del hombre debía haber sido un animal acuático y que la Tierra y sus habitantes descendían del mismo material original. Empédocles (493-433 a.n.e.) afirmaba que el Universo albergaba partes de los organismos, y con éstas se producían una gran variedad de combinaciones, de las cuales algunas originaban seres normales y otras, monstruos que fácilmente morían (figura 2.1).

Fig. 2.1
Los filósofos griegos, entre ellos Empédocles, aceptaban que las especies habían permanecido iguales durante el transcurso del tiempo.

Otra explicación la da el creacionismo, corriente de pensamiento religioso que afirma que el Universo es el resultado de la creación divina. Según esta corriente, nuestro planeta y los seres que lo habitan fueron creados por una divinidad. De hecho, cada una de las culturas creó un relato sobre el origen del Universo y de la vida: los chinos, los egipcios, los aztecas, los mayas, los hindúes, etc. Los relatos bíblicos sobre el origen de la Tierra, de la vida y la creación del hombre, fueron por mucho tiempo la única explicación válida y aceptada por la civilización judeocristiana.

Aun cuando el pensamiento religioso se extendió a todas las actividades, incluyendo las de naturaleza científica, durante el renacimiento también se inició un proceso de cambio en la concepción del hombre acerca de la naturaleza y de su lugar en ella. Con el tiempo, el pensamiento religioso dejó de ser el único medio para explicar los fenómenos naturales; numerosas ideas nuevas y descubrimientos propiciaron el cuestionamiento de las explicaciones religiosas como únicas o incluso válidas.

El desarrollo y la aplicación de una metodología para intentar explicar los fenómenos de la naturaleza fue un avance muy importante en el nacimiento de una ciencia sustentada sólidamente cuyas respuestas se acercan cada vez más a la esencia misma de los fenómenos investigados, y generan nuevas preguntas por contestar.

Las ideas de Laplace, Kant y otros científicos y filósofos acerca de la naturaleza del tiempo y del cosmos, desafiaron las explicaciones bíblicas y comenzaron a ser aceptadas por su evidencia. A finales del siglo XVIII las pruebas obtenidas en los viajes de exploración de flora y fauna desconocidas en el mundo occidental, el descubrimiento de una gran variedad de **fósiles** y los avances en el estudio de las formas de los organismos que se encontraron en las tierras recién descubiertas y exploradas dio pauta a nuevas preguntas, respuestas e ideas acerca de la evolución.

Scanned with CamScanner

1.1 Teorías preevolucionistas: el fijismo

Cuvier y el catastrofismo

Georges Cuvier fue el primero en comparar las estructuras de los organismos y estudiar a los ya **extintos**, es decir: que ya no existen, así como en analizar la relación entre los órganos y las estructuras, y su función.

Estas ideas las aplicó a los fósiles, y tal era su experiencia, que se decía capaz de reconstruir un animal entero a partir de un solo hueso. Cuvier no aceptaba la transformación de las especies. Él justificó la presencia de los restos fósiles por cataclismos geológicos, espontáneos y violentos, que producían la extinción de los seres vivos en ciertas zonas; a esta teoría la llamó de las catástrofes o catastrofismo.

Al respecto, Cuvier decía: "Yo no pretendo afirmar la necesidad de una creación nueva para producir las especies existentes hoy en día; yo digo solamente que ellas no existían en los lugares donde se encuentran en el presente y que éstas debían llegar de los alrededores". Cuvier sostuvo siempre que las especies eran fijas y que no existían restos de formas intermedias.

Fig. 2.2 Linné afirmaba que las especies no cambiaban, es decir, objetaba la evolución.

Los trabajos descriptivos de animales y plantas, que ponían más atención a las diferencias entre las especies, hicieron pensar a Karl Von Linné que la gran variedad de especies existentes se conservaba sin cambios, y que las características que mostraban eran las mismas que Dios les había dado. Linné no tuvo interés en demostrar las causas de la variación que observaba en los organismos que clasificó, por considerarlo un tema que no aportaba nada a la ciencia. Aceptaba que los grupos de organismos no presentaban alteraciones con el tiempo, sino que permanecían fijas (figura 2.2).

La mayoría de los científicos contemporáneos de Linné aceptaron el **fijismo**, pero surgieron nuevas ideas que se oponían al mundo estático de las especies. San Agustín, a pesar de la formación religiosa que le hacía reconocer la creación divina, aceptaba cambios en las especies por influencia de las fuerzas naturales. Con los hallazgos de los fósiles, los científicos que admitían el creacionismo no podían explicar la existencia de esas criaturas sin las características de las especies de ese tiempo.

Muchos científicos se dedicaron a estudiar el mundo vivo, realizaron expediciones para explorar y describir tanto a las plantas como a los animales que les dieran la clave de su relación con los fósiles reunidos. Los científicos Johann W. Von Goethe, filósofo alemán y naturalista; Geoffrey Saint-Hilaire, George L. Leclerc (1707-1778), conocido como el Conde Buffon (figura 2.3), Jean Baptiste Lamarck (1744-1829), naturalistas franceses, y el doctor Erasmus Darwin (reconocido naturalista inglés de su época) se dieron a conocer por sus estudios acerca de la diversidad de las especies.

Fig. 2.3 George Louis Leclerc, Conde Buffon, es autor de la obra *Historia Natural* que consta de 44 volúmenes; en ella intentó hacer una descripción completa de la naturaleza.

1.2 Lamarck

Jean Baptiste Pierre Antonie de Monet, conocido como el caballero de Lamarck (1744-1828), propuso la teoría de la herencia de caracteres adquiridos. Escribió obras importantes como la *Filosofía zoológica* y el *Sistema de animales invertebrados*; sostuvo que los organismos cambian de acuerdo con las necesidades que les impone el medio donde se desarrollan. Los postulados de Lamarck sugieren que:

a) Los seres vivos cambian debido a la capacidad natural de reaccionar ante el medio, alterando sus hábitos y cualidades biológicas. Por ello, las partes que componen a los organismos tienden continuamente a modificarse para ser más eficientes en su uso.

b) La producción de un nuevo órgano es consecuencia de una nueva necesidad.

Scanned with CamScanner

c) Los individuos tienden a desarrollar sus órganos por el uso constante de los mismos, de igual forma pueden perderlos por el desuso.

d) Las modificaciones adquiridas por las causas anteriores, se heredarán a los descendientes, en consecuencia los cambios se acumularán con el transcurso del tiempo. Para fundamentar esta idea explicó la existencia del cuello largo de las jirafas.

En su obra *Filosofía zoológica*, Lamarck explicó el cuello largo de las jirafas de acuerdo con sus postulados. Al respecto, decía:

"En relación con las costumbres, es curioso observar su resultado en la forma particular y la talla de la jirafa; sabemos que este animal, el más alto de los mamíferos terrestres, habita en el interior de África y que vive en lugares en que la tierra, casi siempre árida y sin hierba, la obliga a comer el follaje de los árboles y a esforzarse continuamente para alcanzarlo. De esta costumbre resulta, después de largo tiempo, en todos los individuos de su raza, que sus piernas delanteras se han vuelto más largas que las de atrás, y que su cuello se ha alargado de tal forma que la jirafa, sin levantarse sobre sus patas traseras, eleva su cabeza y alcanza seis metros de altura" (figura 2.4).

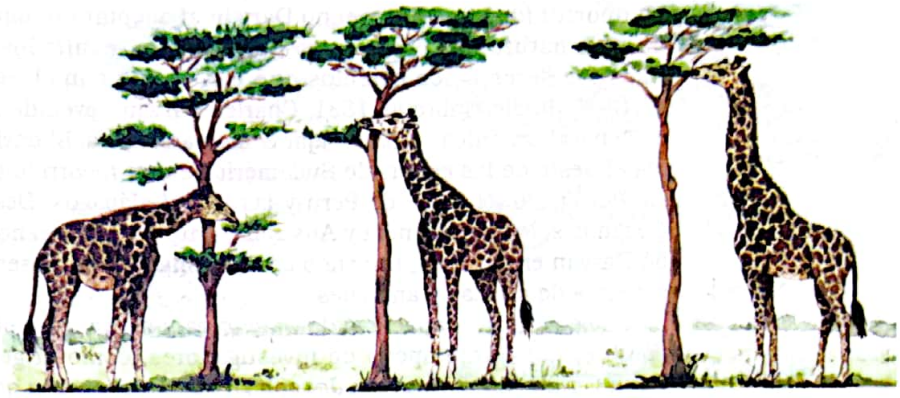


Fig. 2.4 Según Lamarck, las jirafas estiraron el cuello para alcanzar las hojas más altas de los árboles, y el cuello largo se heredó a los descendientes.

Lamarck publicó su teoría por primera vez en 1802 y la defendió hasta su muerte. No logró convencer a sus contemporáneos, que rechazaban la evolución ni a los que se oponían al fijismo de las especies, debido a que sus postulados no resistieron las evidencias que presentaron otros investigadores en contra, que afirmaba la transmisión a la descendencia de las características adquiridas por los progenitores. Por ejemplo: las orejas y el rabo que se cortaban en forma sistemática a los cachorros de algunas razas caninas, no se convirtió en una característica de las nuevas generaciones de perros.

ACTIVIDAD

Objetivo: Que los alumnos diferencien las propuestas de Cuvier y de Lamarck.

Procedimiento: Formen equipos de cinco compañeros para realizar la siguiente actividad:

1. Investiguen en libros, revistas, videos, Internet, enciclopedias y otras fuentes de información la posición que mantenían Cuvier y Lamarck respecto a la evolución.
2. Analicen las diferencias y coincidencias (si las hay) entre estos dos autores.
3. Elaboren esquemas o dibujos en donde se represente lo que cada uno de ellos postuló sobre la evolución, explicando, por ejemplo, el caso de la jirafa.
4. Expongan al grupo sus esquemas y la información que hayan colectado.
5. Elaboren sus conclusiones respecto a la veracidad de las propuestas presentadas por estos dos autores.

Scanned with CamScanner

LECCIÓN 2

2. Darwin y la teoría de la selección natural

2.1 El viaje de Darwin

La oportunidad que aprovechó Darwin al aceptar ocupar un lugar que había sido destinado a un naturalista en el barco *Beagle*, tuvo resultados importantes para el conocimiento de los seres, y los cambios que han tenido con el tiempo.

El 27 de diciembre de 1831, Charles Darwin, joven de 22 años, partió en el *Beagle*, barco de la naval británica, para trabajar como naturalista. El navío salió de Plymouth, Inglaterra, hacia el oeste de las costas de Sudamérica en un recorrido por el Estrecho de Magallanes, Tierra del Fuego, el oeste de Perú y las islas Galápagos. Después se dirigió al sur de las islas Oceánicas, Nueva Zelandia y Australia, cruzando el océano Índico (figura 2.5). Cinco años tardó Darwin en regresar, trayendo consigo sus notas y observaciones, muestras de rocas, especímenes de plantas y animales.

La paciencia y capacidad de Darwin para organizar y sistematizar sus observaciones, así como el constante apoyo de investigadores, como el geólogo Charles Lyell, el taxónomo John Gould y el naturalista Joseph Dalton Hooker, con quienes intercambiaba impresiones de sus hallazgos, le facilitaron postular una teoría sobre el origen de las especies mediante el mecanismo de la selección natural, ya que lo apoyaba gran cantidad de evidencias comparativas.

La selección natural explica que los individuos de una población no son idénticos y que la naturaleza selecciona las características más adecuadas de los individuos que les permiten vivir en ese medio. Los individuos de la población con estas características procrean descendencia con mayores posibilidades de supervivencia en el ambiente.

En Bahía Blanca, Brasil, Darwin quedó maravillado con la fauna y la flora tan abundantes, variadas y diferentes a las que él estaba acostumbrado; además de las condiciones climáticas, relieve y otras condiciones físicas del lugar, diferentes en relación con las que él conocía. Motivado, colectó plantas, animales y restos fósiles, enormes como el del perezoso (*Megalonyx*). El *Beagle* continuó su recorrido y en el puerto de San Julián, situado en la Patagonia, Argentina, Darwin colectó fósiles de animales parecidos al hipopótamo (*Toxodon*), una especie de armadillo gigante (*Glyptodon*) y una especie de guanaco del tamaño de un camello.

Fig. 2.5
Recorrido del *Beagle* (1831-1836).

A Darwin le interesaron los restos fósiles que encontró de un equino. Sabía que los caballos modernos no habían arribado al continente americano hasta su descubrimiento por los europeos, pero ahora tenía una prueba de que estos animales poblaron el continente en un pasado remoto. A Darwin también le causó extrañeza que a pesar de que los fósiles eran diferentes de cualquier animal viviente, se parecían en algunos casos a algunos animales vivos, pero que, en el caso del caballo, tenían un tamaño menor.

Darwin reflexionó acerca de lo cambiante de las especies (varian con el tiempo), lo que lo llevó a la conjetura de que unas especies descienden de otras ancestrales, e ideó el me-

Scanned with CamScanner

canismo de cómo pudo haber sucedido. Pero, ¿cuáles fueron las razones por las que las especies originales desaparecieron?, ¿el medio había tenido cambios que impidieron el desarrollo de esas especies?, ¿qué relación habría entre los cambios en el medio y las especies que actualmente poblaban el lugar?

Darwin continuó indagando y tratando de encontrar respuestas a sus preguntas. En una de sus notas, comenta de los nativos de los sitios visitados: "La naturaleza ha equipado a los nativos para poder soportar las inclemencias del clima y vivir con muy poca comida". Esta reflexión le surgió cuando vio la forma en que los nativos resolvían sus necesidades de abrigo y alimentación en un medio de muy bajas temperaturas.

El *Beagle* continuó su recorrido desde Río de la Plata hasta Tierra del Fuego. En todos los sitios Darwin descendía y ocupaba la mayor parte del tiempo observando, reuniendo, comparando y clasificando especímenes y diferentes tipos de rocas. En 1835, cuando se encontraba en la costa oeste de América del Sur, hubo un fuerte terremoto; tiempo después en la Concepción, Chile, encontró graves depresiones y elevaciones en el suelo que se elevaban hasta un metro. Darwin colectó restos de animales marinos en zonas altas. Nuevamente le surgieron muchas dudas y dedujo que la topografía de la Tierra está en constante cambio; los cuales pueden ser muy abruptos, tanto que lo que hay son montañas antes fueron mares.

A finales de 1835 Darwin llegó a las islas Galápagos, donde encontró especies de aves, reptiles y vegetación que presentaban diferencias importantes respecto a las que había observado en tierra firme. En las Galápagos, Darwin observó que en algunas islas había organismos que tenían características diferentes de las otras, pero concluyó que se habían originado de una misma especie. Un caso que llamó su atención fue el de los pinzones. De las comparaciones entre los picos y las garras de estas especies de aves surgió la explicación de la diversificación de los pinzones en las islas.

Fig. 2.6 Al comparar los picos de las diferentes especies de pinzones, Darwin observó que tenían forma y tamaño diferentes.

Una vez identificadas las 13 especies de pinzones por John Gould, junto con la información que adquirió Darwin acerca de las plantas y los animales que vivían en las islas oceánicas, Darwin dedujo las causas de las diferencias entre los organismos. Además, comparó especies animales y vegetales de las islas visitadas con especies similares de la zona continental más cercana, con el fin de determinar de qué organismos del continente procedían los que habitaban las islas.

Las observaciones de Darwin sobre los pinzones fueron interesantes porque encontró que la evolución de estas especies en las islas era diferente a la evolución de las aves en tierra firme (figura 2.6).

Darwin observó:

- Seis especies de pinzones terrestres se alimentaban de semillas y vivían en las partes más áridas, y de ellas, cuatro convivían en la mayoría de las islas; de éstas, tres se alimentaban de frutos más o menos grandes, según el tamaño de sus picos, y la cuarta, con un pico más largo y agudo, se alimentaba de cactus. Las otras dos especies de pinzones terrestres se encontraban exclusivamente en las islas más externas del archipiélago y se alimentaban de una mezcla de semillas y cactos, y el tamaño de sus picos era intermedio entre los que mostraban los dos grupos anteriores.

Scanned with CamScanner

Lo interesante de todo es que en algunas islas había pinzones que convivían sin competir entre ellos por la comida, ya que su alimento era diferente. Lo anterior acompañado por pequeñas diferencias en sus garras y picos.

- Otras seis especies vivían en los árboles; la mayoría se alimentaba de insectos y se encontraba en las partes más húmedas de las islas. De éstas, una se alimentaba sólo de frutos y su pico se parecía al de un perico. Tres especies eran muy parecidas entre sí, y únicamente se podían distinguir por el tamaño del cuerpo y el pico, y se alimentaban de insectos más o menos grandes, dependiendo del tamaño del pico. Otra más vivía sólo en los manglares de las islas y también se alimentaba de insectos.
- La última era una especie trepadora de troncos que se alimentaba de insectos o de larvas localizadas debajo de la corteza de los árboles; el pico era largo y agudo con el que podía picotear y romper la corteza. Esta especie no tenía lengua larga, pero podía escarbar y extraer los insectos, por debajo de la corteza, ayudándose con pequeñas ramas o espinas de nopales. Una especie más se alimentaba de insectos y vivía sobre arbustos, tanto en la parte seca como en la parte húmeda de la isla.

Darwin interpretó:

- Que la similitud entre las 13 especies de pinzones sugería que muy probablemente se originaban de una sola especie que las colonizó y que la **diferenciación** de estas aves había iniciado a partir de que los pinzones llegaron a las islas.
- Que había también varias especies que convivían en una sola isla y, no obstante su parecido, mantenían rasgos que las diferenciaban, como la forma del pico, garras y ciclo reproductor, y que esto se relacionaba con modos de vida diferentes.
- Que cuando uno o varios miembros de una especie llegan a un ambiente nuevo, pueden desarrollar ciertos comportamientos de adaptación a las nuevas condiciones.
- Que las diferencias entre los individuos de una especie no son accidentales sino heredadas.
- El hecho de que dos especies convivan significa que pueden utilizar el alimento disponible debido a que no tienen la misma alimentación. Esto es, una adaptación tendiente a utilizar también otro tipo de alimento.

Darwin concluyó:

- Que las diferencias en el tamaño, forma del pico y garras de algunas poblaciones de pinzones eran rasgos **adaptativos**, y que algunas de esas diferencias eran notables.
- Que la magnitud de las diferencias que mostraban los pinzones entre una isla y otra estaban determinadas por el tiempo que se habían mantenido separadas. Cuanto más fuera el tiempo de separación, mayores serían las diferencias y la posibilidad de que ya se hubieran constituido como especies diferentes.

El *Beagle* siguió su viaje por el Pacífico hasta Tahití, en ese lugar Darwin quedó maravillado con las montañas cubiertas de espesa vegetación tropical y animales con vistosos coloridos. Durante el regreso, Darwin organizó su información, reflexionó acerca de los hallazgos y desarrolló la teoría del origen y formación de los atolones y barreras de coral.

Ya en Inglaterra, empezó a escribir todas sus experiencias. Envió cartas a infinidad de naturalistas y amigos de la época, sistematizó y comparó toda su información sobre la variabiliad que presentan las especies y la de los restos fósiles de especies que ya no existen, lo cual lo llevó a estar completamente convencido de que las especies no son entidades fijas, sino que cambian en el transcurso del tiempo. Su principal interés era encontrar la explicación de cómo las especies cambian en la naturaleza. Su observación de que las especies varían y de que no todos los descendientes de una pareja sobreviven, lo llevó a plantear la teoría de la selección natural.

Con base en sus observaciones, Darwin propuso los siguientes principios:

a) El número de individuos que integran una especie permanece más o menos constante en muchas especies.

Scanned with CamScanner

b) El índice de mortalidad es muy elevado.

c) No todos los individuos de una especie son iguales, entre unos y otros existen diferencias.

Las conclusiones generales sobre la selección natural a las que llegó Darwin son:

a) Algunas diferencias morfológicas serán más exitosas que otras en la sobrevivencia. La progenie de las variantes "afortunadas" tenderá a ser más numerosa y, a su vez, los pocos descendientes de las variantes menos exitosas en su adaptación al medio estarán en desventaja, por lo que pueden desaparecer.

b) Las variaciones "afortunadas" son heredadas.

c) Las generaciones siguientes con variantes mejor adaptadas tenderán a constituir una forma modificada de sus antecesores.

d) La naturaleza no elige a los más fuertes, más grandes o más feroces, sino a los que presentan características ventajosas, es decir, que les permiten adaptarse al medio y pocas veces se relacionan con las garras o colmillos.

¿SABÍAS QUE?

Las especies de las Islas Galápagos, en Ecuador, están siendo protegidas de cabras y cerdos salvajes, perros, ratas y gatos, la mayoría de éstos introducidos por el ser humano. Actualmente hay un programa de protección auspiciado por el gobierno de Ecuador. Se construyó una estación de investigación llamada Charles Darwin, donde mantienen, hasta su madurez, a tortugas jóvenes e iguanas para regresarlas a sus islas de origen.

2.2 La influencia de Malthus en el trabajo de Darwin

A su regreso a Inglaterra, Darwin leyó un ensayo sobre poblaciones, escrito por el economista Thomas Robert Malthus en 1798. El ensayo había sido publicado en varias ocasiones y revisado minuciosamente por el autor. En su escrito, Malthus afirma que la población humana se incrementa a un ritmo mucho mayor que el de los recursos alimentarios necesarios para su subsistencia. También advierte que la población humana tiende a aumentar en progresión geométrica (2, 4, 8, 16, 32, 64, etc.), en tanto que los recursos disponibles aumentan en forma aritmética (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, etc.), y que en consecuencia, el incremento de la población acarrearía enfermedades, hambruna y guerras que servirían para mantenerla en niveles proporcionales a los recursos disponibles.

Para Darwin, la tesis de la sobrepoblación fue fundamental para explicar los principios de la selección natural. En su autobiografía, Darwin explica: "En octubre de 1938, 15 meses después del comienzo de mi investigación sistemática, mientras leía el ensayo de Malthus sobre la población, y ya familiarizado con la idea de la lucha por la vida, tras largas y continuas observaciones de los hábitos de los animales y plantas, se me ocurrió que en estas circunstancias las variaciones favorables tienden a conservarse y las desfavorables a desaparecer".

2.3 Wallace y su teoría sobre el origen de las especies

Viaje al Amazonas

El 20 de abril de 1848, Alfred Russell Wallace y Henry Bates, salieron del puerto de Liverpool para llegar a Belém (hoy Pará), en Brasil. Wallace iba a permanecer en Brasil cuatro años y Bates iba a trabajar durante 11 años recolectando plantas en la zona del Amazonas. Pero los planes cambiaron y Wallace tuvo que regresar debido a continuas enfermedades y a un accidente en el barco donde perdió la mayoría de sus colecciones. Una vez en Inglaterra, Wallace decidió escribir sobre sus hallazgos en Brasil, sus múltiples publicaciones lo dieron a conocer en el ambiente científico de Londres (figura 2.7).

Fig. 2.7
Alfred Russell Wallace.

Scanned with CamScanner

Viaje al archipiélago malayo

El naturalista Rusell Wallace permaneció ocho años en el archipiélago, viajó 14 000 millas. Recolectó más de 125 000 especímenes. Este análisis y comparación de los especímenes del Amazonas y del archipiélago malayo le llevó a la misma conclusión que Darwin, pero de manera independiente. Con sus hallazgos y datos escribió dos libros, *Introducción de nuevas especies* y *Sobre la tendencia de las variedades.*

En su recorrido por Singapur, Borneo, Bali, Célebes, Nueva Guinea, Molucas, Sumatra y Java entre otros sitios, Wallace hizo colecciones de insectos, aves, monos y animales de otros grupos. Sus observaciones y hallazgos le dieron las primeras evidencias para explicar el origen de las especies. Sus principales aportaciones fueron:

a) En geografía, ninguna especie o género se encuentra en dos localidades muy distantes sin encontrarla antes en localidades intermedias. Así como en la geología, la vida de una especie o género no ha sido interrumpida.

b) Ninguna especie se ha originado dos veces. Cada especie se ha originado a partir de otra preexistente, estrechamente relacionada.

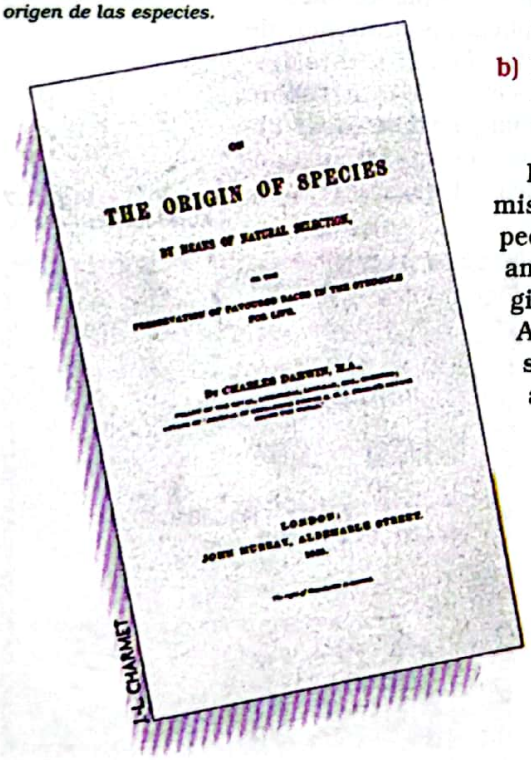
Wallace explicó también que las poblaciones pueden formar nuevas especies cuando se aíslan geográficamente, es decir, la distribución de una especie está muy relacionada con su origen geográfico. Sus afirmaciones se basaban en el registro fósil. Además, Wallace mencionó la presencia de órganos "rudimentarios" que son partes inoperantes y degeneradas remanentes de otros órganos que fueron funcionales en los antecesores, como el coxis humano, restos de las vértebras de la cola; si se piensa que cada criatura fue creada por designio divino es difícil explicar su presencia, él lo tomó como un argumento contra la teoría creacionista.

En 1858 Wallace escribió el libro *Sobre la tendencia de las variedades*, que envió a Darwin para su revisión, en el cual afirma lo siguiente:

a) Hay un principio general en la naturaleza que ocasiona que muchas variedades sobrevivan a la especie que les dio procedencia, y den origen a variaciones sucesivas, alejándose cada vez más del tipo original.

b) El tamaño de las poblaciones de una especie no está determinado por su potencial reproductivo, pues éste es muy alto, sino por los obstáculos que se presentan al crecimiento potencial de la población.

Fig. 2.8
Portada del libro *El origen de las especies.*



Las propuestas de Wallace angustiaron a Darwin porque llegaban al mismo razonamiento que él había propuesto para la evolución de las especies por selección natural. Darwin tuvo apoyo desinteresado de sus amigos Charles Lyell y Joseph Hooker y demás colegas, quienes lo urgieron para que publicara su libro sobre el origen de las especies. Aunque Wallace en ningún momento utiliza los términos de Darwin, sus observaciones y ejemplos muestran este principio y, por lo tanto, a ambos naturalistas se les acredita la teoría de la selección natural.

2.4 La publicación de *El origen de las especies*

A lo largo de 20 años, Darwin escribió su libro *El origen de las especies por medio de la selección natural* y una gran cantidad de ejemplos (figura 2.8). Su obra fue dada a conocer el 24 de noviembre de 1859 en las librerías. El libro causó controversias entre amigos de Darwin y personas ajenas a él; algunos lo condenaban, tanto en su país como en el extranjero, principalmente en

Scanned with CamScanner

Estados Unidos; lo mismo entre naturalistas, literatos, filósofos y miembros de la Iglesia.

Muchas opiniones fueron publicadas en revistas y periódicos, como el *Times* de Londres y Nueva York. A Charles Darwin le angustiaba que su libro fuera criticado conforme a bases teológicas y no científicas. Muchos criticaron la propuesta del origen del hombre a partir de los primates. Lo que realmente sucedía con la obra era que sus ideas rebasaban las ideas religiosas sobre el origen divino del hombre, pues su teoría se basa en hechos como la variación de las especies y la producción de más descendientes de los que sobreviven y no sólo en creencias.

¿SABÍAS QUE?

Alfred Russell Wallace (1823-1913) propuso una teoría de la selección natural. Este joven investigador hizo también importantes aportaciones sobre las mariposas del archipiélago malayo y sobre el mimetismo en plantas y animales. Wallace desempeñó un papel relevante en el desarrollo de la **biogeografía** regional. Además, fue un gran personaje de la cultura y política de Inglaterra. Sus ideas se ven reflejadas en sus obras sobre la nacionalización de la tierra, el socialismo y los derechos de la mujer.

ACTIVIDADES

Simulación de la selección natural mediante la relación presa-depredador

Objetivo: Que identifiques y expliques el mecanismo de selección natural en un caso práctico.

Los alumnos simularán a los depredadores-aves. Los palillos de colores simularán a las presas (mariposas, por ejemplo).

Problema a resolver: Si los depredadores son aves que localizan a sus presas por medio de la vista, y se encuentran en un sitio en el que domina el color verde de la vegetación, ¿cuál color de las mariposas será el menos visible para el depredador?

Elabora tu hipótesis.

Procedimiento:

Organicen en el grupo equipos de cinco compañeros para realizar la siguiente actividad:

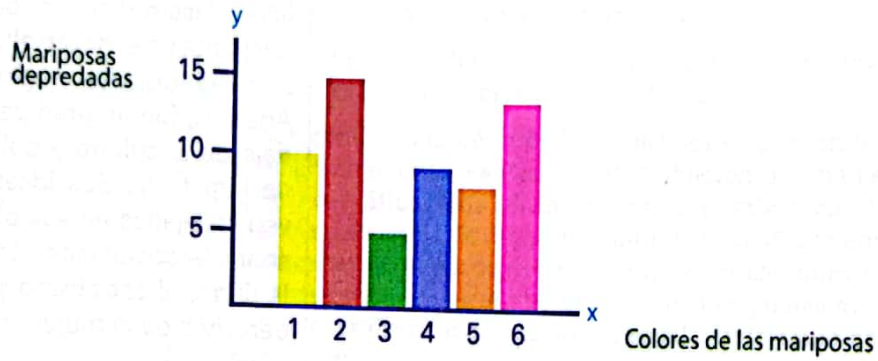
1. Cada equipo tomará 100 palillos de un determinado color que simularán a las mariposas.

Material:

- 100 palillos de cada color (rojo, amarillo, blanco, azul, verde, rosa y naranja).
- 1 cronómetro.
- Área verde de 10 × 10 metros.

Scanned with CamScanner

2. Cada equipo distribuirá las mariposas (palillos) en un área verde de 10 × 10 metros. Deberán cuidar que las mariposas (palillos) queden distribuidas en toda el área al azar.
3. Después se colocarán cinco filas de cinco alumnos (que simularán a las aves depredadoras de las mariposas), abarcando toda la superficie donde se localizan las "mariposas".
4. En un tiempo de 30 segundos, las aves (alumnos) "comerán" (recogerán) las mariposas (palillos) que se encuentren a su alcance.
5. Regresarán al salón de clase con las mariposas depredadas, las juntarán por colores y las contarán.
6. Con los datos obtenidos, elaborarán una gráfica de barras: en el eje "x" o eje de los colores de las mariposas (1 amarillo, 2 rojo, 3 verde, 4 azul, 5 anaranjado y 6 rosa), y en el eje vertical "y" el total de mariposas depredadas por cada color. Por ejemplo, si los resultados fueran 10 amarillas, 15 rojas y 5 verdes, 9 azules, 8 anaranjadas y 13 rosas, la gráfica de barras quedaría de la siguiente forma.



Cuestionario:

1. ¿Qué color fue el más "depredado"?
2. ¿Cuál fue el color menos "depredado"?
3. Suponiendo que cada mariposa produce el mismo número de crías, ¿qué color dejará más descendencia en una segunda generación? ¿por qué?
4. ¿Qué sucederá con la población de mariposas del color más depredado? y ¿qué pasará con la menos depredada?
5. Explica el mecanismo de selección natural que se ejerció sobre la población de mariposas en relación con el color.
6. Con los resultados obtenidos, ¿la hipótesis se acepta o se rechaza? Explica tu respuesta.
7. Discute y compara los resultados con los otros equipos con ayuda de tu profesor.

Potencial de reproducción

¿Es posible que todos los descendientes de un par de progenitores puedan sobrevivir durante varias generaciones?

Introducción: La capacidad de los organismos para reproducirse en condiciones óptimas es muy alta. Charles Darwin calculó que a partir de una sola pareja de elefantes se reproducirían 19 millones de individuos en un lapso de 750 años. La mosca doméstica tiene una capacidad de reproducción muy alta. Una pareja de moscas en un ambiente óptimo

Material:

- Una naranja.
- Cuaderno.
- Lápiz.

Scanned with CamScanner

puede llegar a producir hasta 6 mil millones de individuos en el lapso de un año. Sin embargo, los organismos pueden explotar al mismo ritmo su potencial reproductivo, siempre que las condiciones de alimentos, competencia, espacio y otros factores más sean adecuados.

Objetivo: Que los alumnos calculen el potencial de reproducción de las semillas de una naranja.

Procedimiento:

1. Desarrolla el siguiente ejercicio en equipo y con ayuda de tu profesor. En caso de dudas consulta previamente con tu profesor o profesora de matemáticas acerca de los diagramas de árbol para que resuelvas la actividad.
   - Come una naranja y cuenta las semillas que contiene.
   - Cada semilla germina y crece hasta formar un árbol de naranja.
   - Supón que cada árbol de naranja produce 100 frutas (multiplica el número de árboles por 100).
   - ¿Cuántas semillas producirán esas 100 frutas? (multiplica por el número de semillas encontradas en la naranja que te comiste).
   - Calcula cuántos árboles, naranjas y semillas se producirán en tres generaciones más.
2. Imagina que cada árbol de naranjas ocupa una superficie de 5 metros cuadrados. ¿Cuántos metros cuadrados ocuparán los árboles en la tercera generación? ¿Crees probable que todos los árboles puedan sobrevivir si la superficie de terreno se mantiene del mismo tamaño?
3. Menciona tres factores o condiciones del ambiente que limiten la producción de árboles.
4. Reflexiona en todos los árboles de naranjas que se pueden producir a partir de una sola naranja.
5. Discute tus resultados con la ayuda de tu profesor y lleguen a conclusiones.

Conceptos relacionados con la selección natural

Introducción: Los seres vivos en la naturaleza, como bacterias, **hongos**, protozoarios, plantas o animales, tienen capacidad de reproducirse y dejar descendencia que a su vez también se reproduce. Se sabe que los organismos, al convivir con otros, compiten entre sí por el alimento, el agua, la luz, el sitio donde viven e incluso rivalizan con individuos de su misma especie para reproducirse.

Cuando una pareja de individuos, tiene descendencia, por ejemplo pájaros, entre los hijos pueden competir por el alimento proporcionado por los padres y por el espacio en el nido. También, algunos **patógenos** (virus y bacterias) y depredadores pueden eliminar a los pájaros menos resistentes o enfermos. Los polluelos que se alimentan mejor son los que tienen mayor probabilidad de crecer y de llegar a la etapa adulta para reproducirse.

Objetivo: Que los alumnos investiguen algunos conceptos que forman parte del proceso de selección natural y los identifiquen en un caso práctico.

En un libro de Ecología investiga la definición de los siguientes conceptos:

1. Potencial biótico:
2. Reproducción diferencial:
3. Factor limitante:

Identifica estos conceptos en el ejemplo de la actividad relacionada con los naranjos.

Scanned with CamScanner

Presenta al grupo los conceptos que identificaste y, con ayuda de tu profesor, relaciónalos con la teoría de la selección natural.

Fuentes de información recomendadas:

Audesirk, T. y G. Audesirk. *Biología 3. Evolución y Ecología*. Prentice-Hall-Hispanoamericana, México, 1996.

Purata V. S. E. y García Coll. *Ecología*. Santillana, México, 1999.

Selección artificial

Introducción: Para cualquier granjero o agricultor es conocido que una manera de mejorar las crías es por selección. La selección que se practica es artificial porque se hace con la intervención del hombre, a diferencia de la selección natural. La selección artificial en la agricultura se realiza mediante la elección consciente de las semillas con características de interés para el productor, como tamaño del fruto, color o sabor. En la ganadería se seleccionan machos y hembras con las mejores características, para la producción de carne, piel o leche. El razonamiento es sencillo, se seleccionan los individuos con el atributo deseado (hembras o machos) de cada generación de crianza; los padres con estos atributos engendran hijos con el rasgo deseado. Este tipo de selección se lleva a cabo en el nivel de individuos y de una generación a otra.

Objetivo: Que los alumnos investiguen el concepto de selección artificial y encuentren ejemplos.

Procedimiento: En equipos de trabajo desarrolla la siguiente actividad.

1. Investiguen en un libro especializado más información sobre la selección artificial.
2. Den tres ejemplos de organismos que sean resultado de una selección artificial.
3. Los animales domésticos y las plantas cultivadas son resultado de muchos procesos continuos de selección. ¿Qué resultados originan éstos en las especies?
4. Elaboren un cuadro con las diferencias y semejanzas entre selección artificial y selección natural.
5. Presentación.
   - Elaboren una lámina con el cuadro de diferencias y preséntenla al grupo, junto con la información.
   - Discutan con otros equipos la respuesta de la pregunta número tres y obtengan conclusiones generales sobre la importancia de la selección artificial.

Sugerencia bibliográfica:

Gardner, E. J., M. J. Simmons y D. P. Snustad. *Principios de genética*. Limusa Wiley, 4ª ed., México, 1998.

¿SABÍAS QUE?

La domesticación del maíz mediante la selección artificial incrementó de forma gradual el tamaño de la mazorca, de los granos, y originó la pérdida de la capa de abscisión que permite al grano maduro desprenderse de la mazorca, pudiendo conservarlo hasta su cosecha. Además estimuló el desarrollo de las hojas envolventes (brácteas).

Scanned with CamScanner

LECCIÓN 3

3. Variación y adaptación

3.1 Evolución: diversidad y adaptación

La variación y sus fuentes

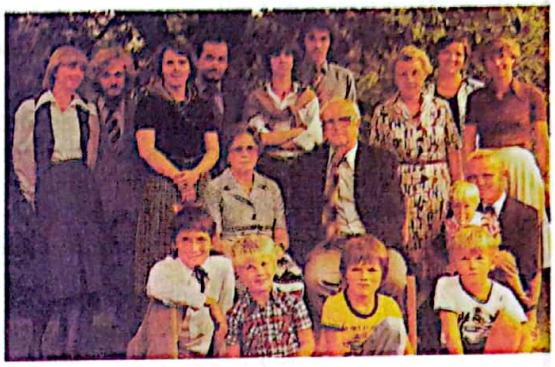


Fig. 2.9
Cuatro generaciones de una familia, donde la variación se debe a la recombinación de los genes que se heredan a los hijos.

Los organismos que forman una especie no son exactamente iguales, las diferencias se deben a las variaciones que se presentan por la recombinación de los genes que los progenitores transmiten a sus descendientes, es decir, los cambios genéticos que cada uno de los padres puede heredar a sus hijos. Ésta es una fuente importante de variación conocida como **recombinación genética** (figura 2.9).

Otra fuente de evolución es la mutación, que es el cambio en el material genético (genes y cromosomas) de los individuos, que los miembros de una población adquieren y heredan a sus hijos. Esos cambios genéticos son espontáneos y pudieron presentarse en generaciones anteriores por agentes naturales, como las radiaciones y algunos contaminantes ambientales, a diferencia de los provocados intencionalmente por el ser humano. Asimismo, esas modificaciones se llevan a cabo en unidades hereditarias, conocidas como genes, y en los cromosomas, que son las estructuras que contienen a los genes y se encuentran en las células. En la transmisión de los caracteres genéticos participan las células sexuales, tanto masculinas como femeninas.

Ahora puedes entender que las variaciones en los organismos se han presentado en el transcurso del tiempo (miles o millones de años), lo cual confirma que los organismos van cambiando y que la naturaleza selecciona aquellos que sobrevivan mejor en ese ambiente. Cuando los organismos logran permanecer en un ambiente determinado, éstos se reproducen, alimentan y crecen; es decir, tienen mejores oportunidades de sobrevivir.

La **adaptación** es resultado de la supervivencia y reproducción diferencial, ésta a su vez, depende de los atributos de la población que le permiten llegar a la etapa de reproducción y transmitir a sus descendientes toda esa información genética que le ha garantizado su supervivencia.

La diversidad de organismos (**biodiversidad**) en el planeta han sido producto de la evolución. Es fácil ahora comprender el valor que tienen los seres en la naturaleza, pues si ésta se destruye o se altera, se modifica el proceso de selección natural (figura 2.10).

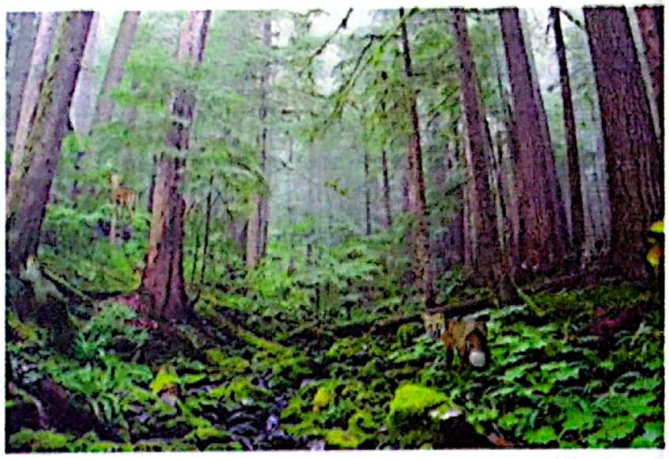


Fig. 2.10
Comunidad del bosque. Animales y plantas adaptados a este medio.

Scanned with CamScanner

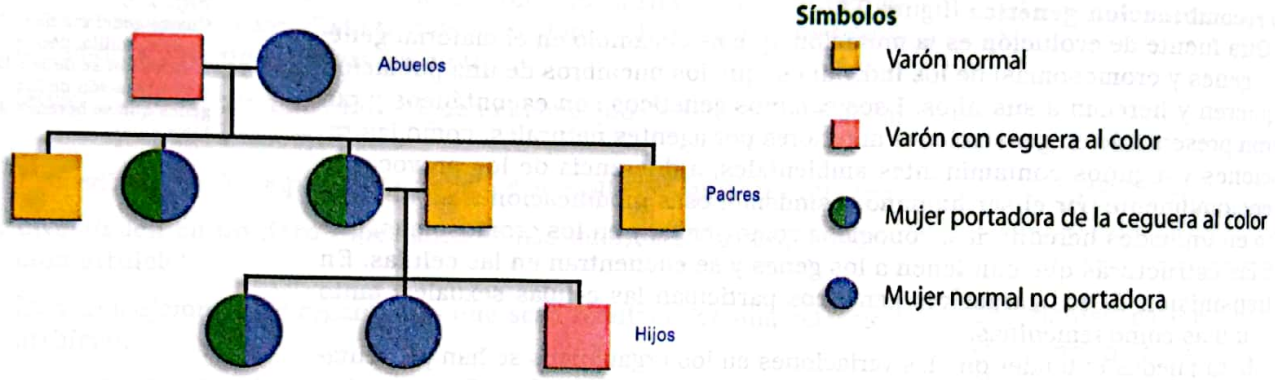
ACTIVIDAD

Árbol genealógico

Objetivo: Que conozcas la forma en que se transmiten algunas enfermedades hereditarias.

Introducción: Durante las generaciones, los padres heredan a los hijos sus características genéticas. Los hijos pueden tener combinaciones de caracteres del abuelo paterno, materno y de sus propios padres. También en los hijos se presentan características de parientes de generaciones anteriores. Para representar los parentescos en una familia se puede elaborar un cuadro a manera de árbol, que se conoce como árbol genealógico.

Por ejemplo, en una familia se presentó la característica de ceguera al color (daltonismo) que impide distinguir entre los colores rojo y verde. En el árbol genealógico siguiente, el abuelo (cuadro) es el que padece la ceguera al color y la abuela (círculo) es normal. Los hijos varones son sanos y las mujeres son portadoras de la enfermedad (llevan el gen para el daltonismo, pero no lo padecen). Las hijas, al casarse pueden transmitir la enfermedad a sus hijos, tanto a las mujeres como a los varones.



Procedimiento:

Observa y describe las diferentes características que se presentan en tu familia.

1. Elabora un árbol genealógico de tus parientes (maternos y paternos), a partir de tus abuelos.
2. Describe cuáles caracteres morfológicos son más frecuentes en la familia materna y cuáles en la familia paterna.
3. Busca el parecido morfológico de tus hermanos con los parientes maternos y paternos.

Cuestionario:

1. ¿Por qué los hijos no son completamente iguales a sus padres?
2. ¿Cuáles son las principales diferencias morfológicas de los parientes maternos y paternos?
3. ¿Por qué tus hermanos tienen caracteres de tus padres y de tus abuelos?
4. Discute con tus compañeros de equipo qué es la variabilidad y la recombinación genética y lleguen a una definición por consenso.

Scanned with CamScanner

3.2 La especiación como fuente de la biodiversidad

El proceso que origina las especies se conoce como **especiación**. Las especies se pueden originar a partir de un grupo que se separa y sus individuos quedan aislados por una barrera geográfica que les impide encontrarse y reproducirse. Otra forma que impide la reproducción, aunque las poblaciones vivan en el mismo espacio, es que se produzcan alteraciones fisiológicas, anatómicas o de comportamiento entre ellas, que impidan que se reconozcan o que no coincida su época reproductiva.

Una especie nueva se produce cuando la evolución genera cambios genéticos radicales entre dos poblaciones, por lo que no ocurre apareamiento entre ellas o, en caso de que suceda, los descendientes híbridos son menos aptos. La especiación depende del **aislamiento** y de la **divergencia genética** entre las poblaciones. Finalmente, se obtendrán dos especies a partir de dos poblaciones de la misma especie.

Es difícil observar el proceso de evolución de las especies. Sin embargo, los investigadores basan sus trabajos en reflexiones teóricas, en experimentos y observaciones que los han llevado a plantear hipótesis razonables para explicar el origen de las especies nuevas en dos casos diferentes: la **evolución simpátrica** de las especies (dos poblaciones comparten la misma extensión de territorio o zona geográfica) y la **evolución alopátrica** de las especies (dos poblaciones están geográficamente separadas entre sí).

La evolución simpátrica se presenta cuando dos poblaciones se encuentran aisladas no geográficamente, sino en el intercambio o flujo de genes entre los individuos de la población y no se da competencia entre ellos.

La evolución alopátrica de las especies ocurre en poblaciones que están separadas geográficamente, es decir, su separación física se debe a la distancia o a una barrera impenetrable (río, falla o un desierto), y muestran divergencias en sus características. Cuando esto sucede, las dos poblaciones quedan separadas y no hay intercambio de genes; tal vez con el tiempo se elimina la posibilidad de reproducción entre ellas. Si la barrera desaparece y las dos poblaciones conviven, pero las diferencias genéticas son muy grandes, no ocurren apareamientos (figura 2.11).

3.3 Causas de la especiación

Una **especie** se define como el conjunto de poblaciones de organismos con características físicas y genéticas que favorecen el apareamiento y la reproducción, y dejan descendencia con capacidad reproductiva. Una vez que se ha formado una especie, puede permanecer aislada, desde el punto de vista reproductivo de otras especies.

Los miembros de la especie no se aparean con miembros de otra especie. Estas especies independientes son genéticamente diferentes en comportamiento, lo cual les ayuda a adaptarse a medios distintos.

Cuando un individuo de una especie se aparea con un miembro de otra especie, generalmente con la intervención del ser humano, se forman híbridos que sobreviven. Si los híbridos son menos aptos o estériles (incapaces de producir descendencia), las dos especies pueden seguir separadas, con poco o ningún flujo de genes entre ellas.

Como se ha explicado, la especiación tiene su origen en el aislamiento de los miembros de un mismo grupo. Los mecanismos de aislamiento antes del apareamiento se refieren a cualquier estructura, función fisiológica o conducta que impida que se apareen los individuos de dos poblaciones diferentes. El aislamiento se produce por barreras que pueden ser geográficas, ecológicas, de temporada, conductuales y mecánicas.

Los mecanismos de aislamiento, una vez que ha ocurrido el apareamiento se refieren a la estructura, función fisiológica o anormalidad de desarrollo que evita que los organismos

Scanned with CamScanner

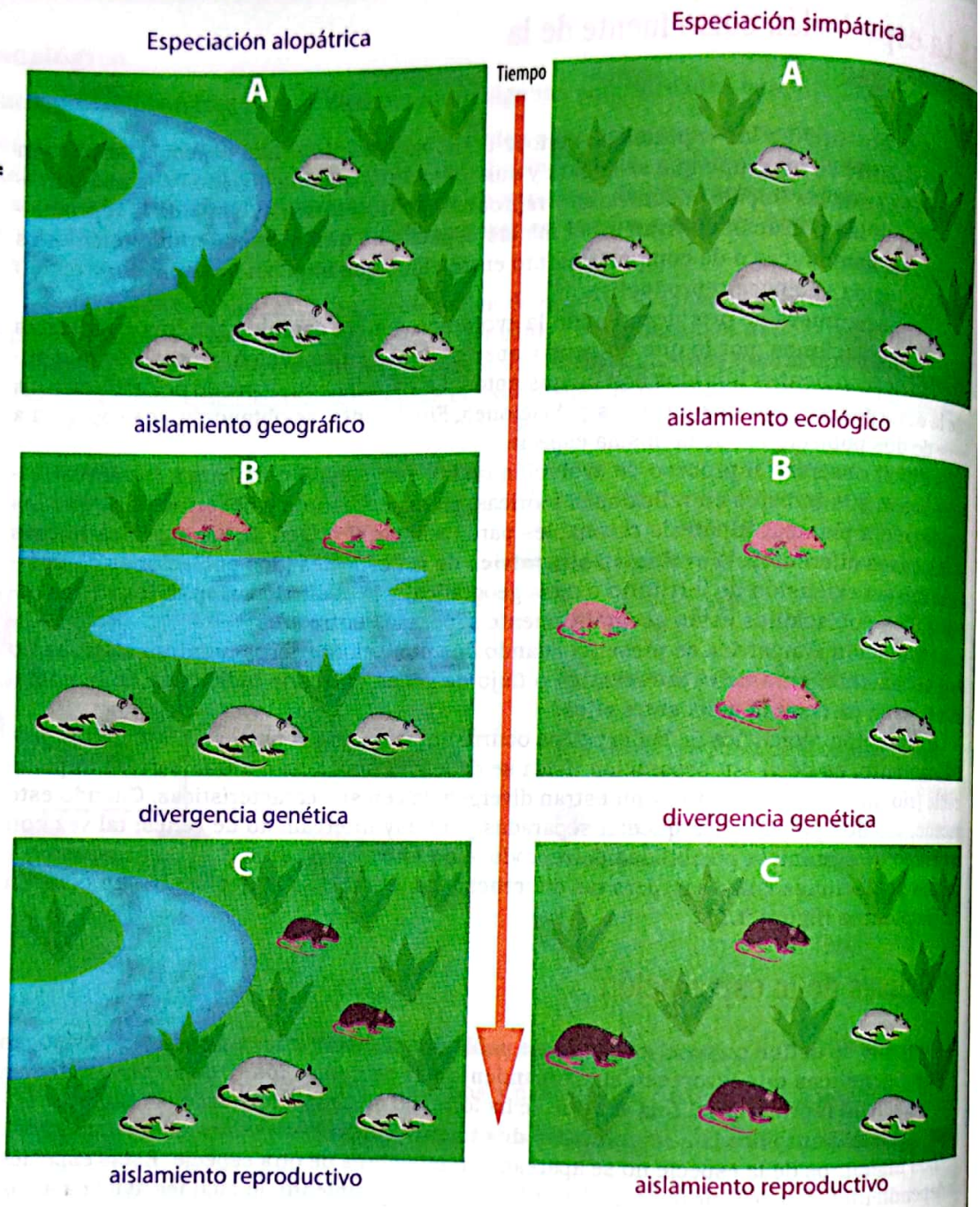


Fig. 2.11 Modelos de especiación alopátrica y simpátrica de las especies. **Especiación alopátrica:** los ratones blancos ocupan un hábitat (A), pero el río (barrera geográfica) cambia su curso y divide en dos el hábitat y separa a la especie en dos poblaciones aisladas. La derivación genética o presiones selectivas causan que las dos poblaciones se desvíen genéticamente (ratones blancos y cafés) (B). El río regresa a su curso original y las dos poblaciones comparten el hábitat. Si hay grandes diferencias géneticas entre las dos poblaciones y no se pueden aparear constituyen entonces especies independientes (C). **Especiación simpátrica:** los ratones blancos ocupan un hábitat (A). Un cambio de clima (u otro factor) da origen a dos hábitats diferentes; no hay barrera geográfica que impida el paso. Las diferentes presiones selectivas en los dos hábitats conducen a la divergencia genética (ratones blancos y cafés) (B). Esta divergencia provoca el aislamiento reproductivo. Los ratones blancos y cafés son especies independientes (C).

de dos poblaciones diferentes produzcan descendencia vigorosa y fértil. Se ennumeran a continuación.

Falta de viabilidad híbrida: incapacidad de un descendiente híbrido de dos especies diferentes de sobrevivir hasta su madurez. En los casos en que ocurre la fertilización, el híbrido que resulta puede ser débil e incluso incapaz de sobrevivir. Por ejemplo, los híbridos de ciertas especies de cotorras rizadas tienen mucha dificultad para aprender a llevar los materiales hasta sus nidos durante el vuelo y es probable que no se reproduzcan en estado natural.

Infertilidad híbrida: fertilidad reducida (con frecuencia esterilidad total) en descendientes híbridos de dos especies diferentes. Ocurre cuando la descendencia de los híbridos

Scanned with CamScanner

no es capaz de producir esperma o huevos normales. Por ejemplo, la mula es un híbrido que resulta de la cruza entre una yegua y un burro (figura 2.12).

Incompatibilidad gamética: incapacidad del esperma de una especie para fertilizar los óvulos de otra, debido a que no hay correspondencia entre el número de cromosomas o entre el arreglo de los genes. Aunque un macho insemine a una hembra, su esperma quizá no fertilice sus óvulos. Esto puede presentarse cuando los líquidos del aparato reproductor femenino debilitan o eliminan el esperma de otras especies. Por ejemplo, en las plantas la incompatibilidad química puede impedir la germinación del polen de una especie, que caiga en el estigma (estructura femenina que captura el polen) de la flor de otra especie. Otro ejemplo es que el espermatozoide del ratón no puede fecundar el óvulo de la rata.

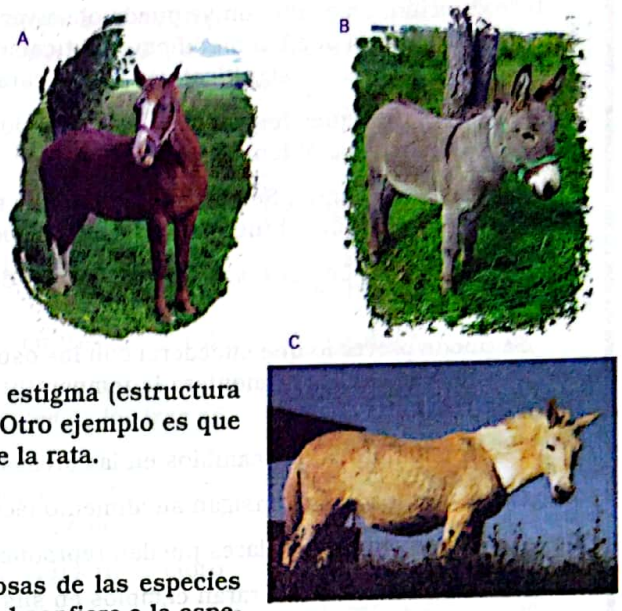


Fig. 2.12
El caballo (A) y la burra (B) pertenecen a especies distintas; aunque pueden cruzarse, el resultado es un individuo estéril: la mula (C).

3.4 Tipos de adaptación

Recuerda que en la naturaleza las características ventajosas de las especies son aquellas que favorecen la reproducción; si la rapacidad confiere a la especie de leones conseguir alimento, también le garantiza llegar a la etapa reproductiva, por lo que la rapacidad en los depredadores es una característica adaptativa. A los cambios en las estructuras de los organismos que favorecen su supervivencia, se les denominan **adaptaciones estructurales.**

En otro ejemplo, el color blanco, las patas acojinadas, las grandes garras y la espesa cubierta de pelo, son algunas de las características adaptativas de los osos polares en las zonas de hielo permanente. También, su condición de carnívoros les permite conseguir alimento (peces) que los desarrolla y mantiene y, en el estado de madurez sexual se pueden reproducir. En la figura 2.13 se observan garras de aves adaptadas a un determinado medio y tipo de alimentación.

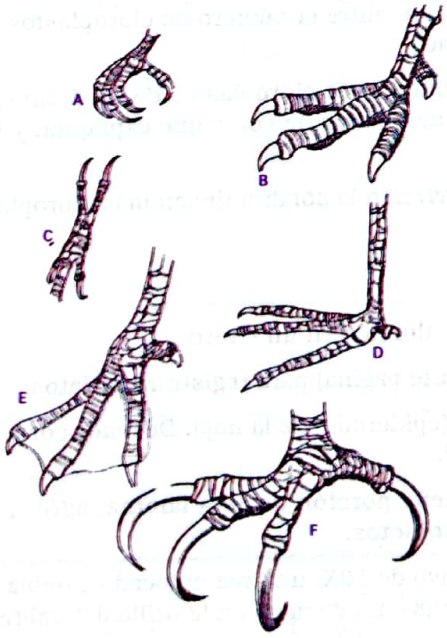


Fig. 2.13
Diferentes tipos adaptativos de patas de aves:
a) Pata agarradora.
b) Pata caminadora y raspadora.
c) Pata escaladora.
d) Pata caminadora en el agua.
e) Pata nadadora.
f) Pata enganchadora.

Scanned with CamScanner

ACTIVIDADES

Introducción: La evolución se puede observar hoy. Tanto las actividades humanas como las de los seres en la naturaleza pueden modificar drásticamente el medio en periodos cortos. En respuesta a ello, se han observado cambios significativos en las características de las especies.

Objetivo: Que apliques los conceptos aprendidos sobre selección natural y reflexiones acerca de las catástrofes ambientales.

Problema a resolver: ¿Se podría predecir qué sucedería con los seres vivos en caso de catástrofes ambientales, por ejemplo: el incremento de la temperatura global del planeta?

Procedimiento: Lee el texto del tema Tipos de adaptación. Después contesta las preguntas y haz lo que se pide.

¿Se puede prever lo que sucedería con los osos polares, si por cambios bruscos en el medio donde viven (las zonas polares) aumentara la temperatura varios grados arriba de 0 (de 0 a 5 grados), en un periodo de 100 años?

1. Describe los probables cambios en las áreas de hielo donde habita el oso polar.
2. ¿Crees que los osos consigan su alimento fácilmente? ¿por qué?
3. ¿Crees que los osos polares puedan reproducirse?
4. ¿Crees que los osos lograrán cambios en sus características morfológicas (adaptación)? ¿cuáles?

Discute, con ayuda de tu profesor, las posibles variaciones morfológicas de los osos polares que les permitan sobrevivir y reproducirse ante cambios en el medio donde viven.

Identificación y comparación del número de cloroplastos entre plantas de sol y de sombra

Introducción: Los cloroplastos son estructuras celulares, presentes en las hojas de las plantas verdes que llevan a cabo el proceso de fotosíntesis, con el cual las plantas elaboran su propio alimento. El proceso de fotosíntesis requiere de luz solar, por lo que las hojas deben estar expuestas a ésta para llevarlo a cabo. Sin embargo, algunas plantas sobreviven en sitios menos iluminados que otros y tienen adaptaciones importantes para ello: sus hojas son más anchas y de color más oscuro (con más pigmentos fotosintéticos), lo que les permite aprovechar mejor la luz solar.

Para que investigues si existe una relación entre el número de cloroplastos y la exposición al Sol de las plantas, desarrolla la siguiente actividad.

Objetivos: Que los alumnos comparen el número de cloroplastos de las plantas que viven en la sombra con el número de cloroplastos de plantas de sol, y que expliquen y fundamenten las adaptaciones de las plantas al medio.

Problema a resolver: ¿Las plantas que viven a la sombra tienen más cloroplastos?

Plantea tu hipótesis:

Procedimiento:

1. Consigue las plantas en un mercado de flores o en un vivero.
2. Elabora una tabla (como la de la siguiente página) para registrar los datos.
3. Con el bisturí quita la capa superficial (epidermis) de la hoja. Después corta una lámina muy delgada del tejido de la hoja, de la planta de sol.
4. Coloca sobre el portaobjeto una pequeña porción de esta lámina, agrega una gota de agua destilada y coloca sobre el tejido un cubreobjetos.
5. Observa en el microscopio con el objetivo de 10X; una vez enfocado cambia al objetivo de 40X. Mantén húmeda la preparación colocando una gota de agua en la orilla del cubreobjetos.

Scanned with CamScanner

6. Observa el tejido que está formado por muchas celdas (células) y dentro de ellas, las pequeñas bolsitas ovoides de color verde (cloroplastos). Cuenta los cloroplastos de las células señaladas en la ilustración.
7. Si no tienes éxito en observar cloroplastos, puede deberse a que el tejido es muy grueso. Intenta de nuevo con otro corte más delgado, casi transparente, y haz otra preparación con él.
8. Repite los pasos 3 al 6 para la planta de sombra.
9. Compara los datos de la tabla y elabora una conclusión.

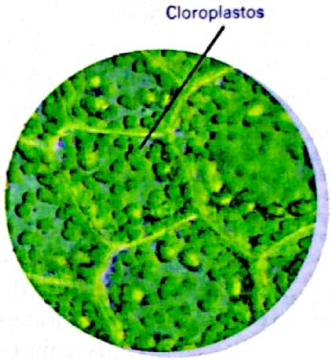
Material:

- Microscopio óptico.
- Bisturí.
- 4 portaobjetos.
- 4 cubreobjetos.
- 1 gotero.
- 50 mL de agua destilada.
- 1 planta de sombra.
- 1 planta de sol.

Cuestionario

1. ¿Es igual el número de cloroplastos en las células de la planta de sol que en las de la planta de sombra?
2. ¿Qué razón encuentras para observar los cloroplastos en tres células de cada planta?
3. ¿Qué explicación tiene hacer un promedio de cloroplastos de las tres células de cada planta?
4. ¿Los resultados explican una adaptación de las plantas que favorece u obstaculiza su existencia en las nuevas condiciones del medio?
5. ¿Qué relación crees que haya entre la iluminación y el número de cloroplastos?
6. ¿Podrían las plantas de sol sobrevivir en la sombra? Explica tu respuesta.

Nota: Este tipo de investigación se basa en el método comparativo, estableciendo entre dos tipos de organismos alguna relación, en este caso, el número de cloroplastos entre plantas de sombra y plantas de sol. Además, también es una investigación cuantitativa porque los datos que obtienes son valores numéricos. Hay otro tipo de investigaciones llamadas cualitativas en las que los datos no expresan cantidades, sino cualidades de los objetos. Por ejemplo, para esta investigación sería la descripción del color de las hojas (verde intenso, verde, verde claro), o de su tamaño (grandes, medianas, chicas).



Con la ayuda del microscopio podrás observar y contar los cloroplastos.

Número de cloroplastos en hojas de plantas de sol y de sombra

Número de cloroplastos	Planta de sol	Planta de sombra
Célula 1		
Célula 2		
Célula 3		
Promedio: suma de cloroplastos / 3 =		

Scanned with CamScanner

Es importante comprender que la naturaleza no propicia que los individuos de una especie se mantengan inmutables, sino que en muchos casos contribuye a pequeñas y variadas diferencias entre los organismos de una especie, que favorecen su adaptación rápida a cambios ambientales. Un ejemplo de este tipo de adaptaciones se conoce como **polimorfismo**.

Es común en especies de mariposas, como las que presentan coloración amarilla y manchas negras, que la figura del manchado sea distinta entre los individuos del grupo. Algunas combinaciones de manchado y color se confunden mejor que otras; esta adaptación recibe el nombre de **polimorfismo mimético**. La ventaja de este tipo de polimorfismo es que las mariposas que se confunden con el medio pasan inadvertidas para el depredador y sobreviven hasta la etapa de la reproducción (figura 2.14).

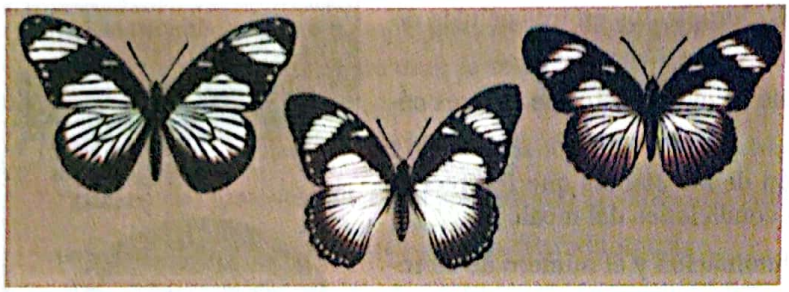


Fig. 2.14 El polimorfismo mimético de las mariposas se manifiesta con la posibilidad, por parte de los individuos de una misma especie, de adoptar diferentes formas o colores.

Existe otro tipo de adaptación conocida como **adaptación fisiológica**, que resulta entre otras causas, de la competencia entre los organismos, como consecuencia de presentar variaciones estructurales, por ejemplo por utilizar un nuevo tipo de alimento. Esto puede lograrse de diversas maneras, un ejemplo es, mediante la evolución de un nuevo proceso en el que participen catalizadores (sustancias que aceleran las reacciones químicas) que degraden otros compuestos químicos.

Un conjunto de variaciones o cambios más bruscos denominados **mutaciones**, posibilitó que ciertas bacterias pudieran obtener energía del ácido sulfhídrico, materia venenosa para casi todos los organismos; un ejemplo más es cuando una mutación abrevia la temporada de crecimiento de un vegetal y fructifica más rápido que otros de su mismo grupo.

También se dan mutaciones que permiten a un organismo sobrevivir en ambientes con muy baja temperatura en alguna época del año, mediante el recurso de permanecer adormecidos en las épocas más frías. Los osos tienen ciertas adaptaciones metabólicas importantes para la época de invierno. Por ejemplo, cuando el alimento escasea, los osos manifiestan un periodo de letargo que les permite consumir un mínimo de energía, utilizando sólo las reservas de alimento de su organismo.

Fig. 2.15 Este pez marino tiene un color parecido al de la arena.

Adaptaciones miméticas

El fenómeno por el cual una especie se confunde con otra se conoce como **mimetismo**, es decir, las formas y las figuras de una especie las hacen ver ante sus predadores como miembros de otra especie peligrosa o desagradable. Existe una serpiente no venenosa con los colores rojo, amarillo y negro parecidos a los de la serpiente coralillo; otras especies se parecen a partes de otros organismos, algunos insectos tienen cuerpo en forma de espina, de hoja o de rama que inmóviles en las plantas, se asemejan a los órganos de éstas.

Existe una especie de orquídea que recibe grandes ventajas en la polinización, porque es continuamente visitada por un abejorro macho. La orquídea presenta coloraciones en su pétalo que simulan al abejorro hembra. La combinación de colores y el tamaño de la orquídea que se parece al abejorro hembra, es tan preciso que el macho se posa sobre la supuesta hembra e intenta "copularla".

Coloración adaptativa

Los principales tipos de coloración adaptativa son:

a) **Semejanza críptica.** Consiste en que el animal se confunde con el medio (figura 2.15). Se presenta tanto en presas como en depredadores. Por ejemplo, una especie de cigarra africana se confunde con el color de las flores de una planta. También existen peces con

Scanned with CamScanner

coloración contrastada, en el dorso son pigmentados y en el vientre son claros; ambos colores los protegen de los depredadores, como las aves que no los distinguen por su coloración oscura parecida a la de las profundidades, mientras que un pez grande que mire hacia arriba verá la superficie clara que se confunde con la luz.

Muchos seres logran ventaja cuando su parecido es exacto con el medio arenoso, rocoso o que simula un grupo de organismos, principalmente en animales marinos. Algunos cangrejos se enmascaran de acuerdo con el ambiente donde viven, se colocan **algas**, **hidroides** y esponjas en su caparazón, pero si se dirigen a otro ambiente reconstruyen el nuevo medio sobre su caparazón, el asunto es pasar inadvertido a sus depredadores y el que lo logra mejor, sobrevive (figura 2.16).

Fig. 2.16
La forma y el color de este insecto "palo" simula su entorno pasando desapercibido por sus depredadores.

b) **Coloración preventiva.** Mediante esta coloración el animal se hace visible para sus depredadores. Esta coloración es llamativa, pero los predadores la asocian con mecanismos de defensa (figura 2.17); en algunos animales producen olores repugnantes o su sabor es desagradable. Por ejemplo, el zorrillo, el puercoespín, la serpiente coralillo; algunos insectos brillantes tienen sabor desagradable y algunos escarabajos emiten un líquido mal oliente. En muy variados grupos se ha logrado la formación de figuras que simulan ojos o estructuras parecidas.

En la naturaleza, las adaptaciones se presentan en las especies con cierta dependencia cuando una especie logra adaptaciones estructurales similares a otra especie, con otras ventajas adaptativas. Por ejemplo, una especie de avispa venenosa es imitada en estructura física por unas moscas (figura 2.18); otro caso es el del escarabajo *Eleodes* que se pone de cabeza cuando es molestado y lanza un líquido defensivo procedente de glándulas que tiene en el abdomen. El escarabajo *Megasida* es muy parecido al *Eleodes* y adopta la misma posición, pero no tiene secreción defensiva.

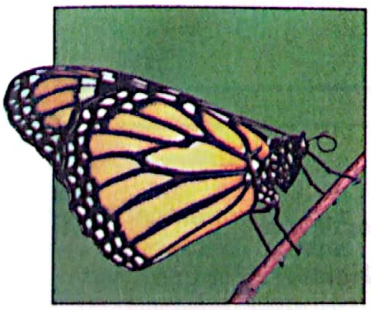


Fig. 2.17
Los colores sobresalientes de esta mariposa monarca advierten a su depredador que su cuerpo es venenoso y que el ave que se atreva a comerla enfermará.

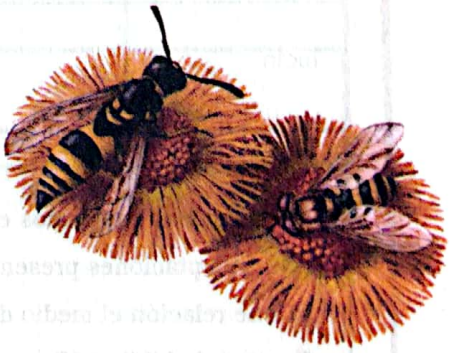


Fig. 2.18
La mosca (abajo) ha adoptado la apariencia de la avispa venenosa *Dolynerus parietum*, (arriba).

ACTIVIDADES

Adaptaciones a diferentes medios

Introducción: Como se ha mencionado en este subtema, las especies presentan adaptaciones en la forma, el color o el tipo de alimento relacionados con el medio donde se desarrollan, habitan y se reproducen, como resultado de mecanismos selectivos a lo largo de su evolución. Es probable que puedas distinguir diferencias entre los individuos de especies que viven en zonas desérticas con los de zonas de bosque o de selva. Para que te ayudes en esta actividad consulta el texto que se sugiere al final de la misma.

Objetivo: Que los alumnos identifiquen los diferentes medios en los que viven algunos organismos y describan sus características adaptativas.

Scanned with CamScanner

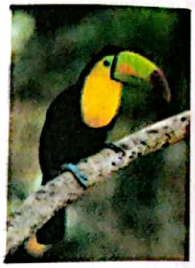
Procedimiento:

1. Observa los siguientes organismos, describe sus características en el cuadro y menciona en qué lugares pueden estar mejor adaptados.
2. Consulta en diferentes fuentes información sobre los organismos ilustrados.
3. Describe el medio en que se encuentra adaptado cada organismo.

Cactos

Jaguar

Lobo



Tucán

Organismos	Características	Medio en el que viven
Cactos		
Jaguar		
Lobo		
Tucán		

Cuestionario

1. ¿Podrían vivir los cactos en el medio del tucán? Explica tu respuesta.
2. ¿Qué adaptaciones presenta el jaguar que le son favorables en el medio donde vive?
3. ¿Tiene relación el medio donde vive el lobo con sus características morfológicas? ¿Por qué?

Sugerencia bibliográfica:
González Fernández, A. y Medina López. *Ecología.* McGraw-Hill, México, 1995, o cualquier otra fuente de que dispongas.

Melanismo industrial

El siguiente caso de adaptación se conoce como melanismo industrial. Es un ejemplo de selección natural basada en la producción de una coloración protectora de la polilla moteada (*Biston betularia*).

Introducción: En el año de 1850, en los bosques de Inglaterra, los árboles mantenían el crecimiento de líquenes grises moteados (asociación simbiótica permanente entre un alga y un hongo) y sobre éstos descansaban las polillas nocturnas moteadas. Antes de la Revolución Industrial, en el siglo XIX, la mayoría de las polillas nocturnas moteadas eran de color blanco con escasas manchas de pigmento negro; descansaban durante el día sobre los líquenes, así que las aves depredadoras no las podían ver con facilidad. Algunas polillas tuvieron descendientes totalmente negras, que eran perceptibles en los

Scanned with CamScanner

líquenes de color claro y fácilmente detectadas por las aves, por lo tanto, eran más depredadas.

Durante la Revolución Industrial, las industrias empezaron a quemar grandes cantidades de carbón como combustible. El hollín de las chimeneas cubrió los árboles, las casas y todo a su alrededor. Los líquenes de los árboles se cubrieron de contaminantes y murieron, dejando los troncos negros. La forma blanca de las polillas moteadas ya no se confundía cuando descansaban sobre los troncos ennegrecidos y eran presas fáciles de las aves depredadoras.

Por otro lado, los árboles cubiertos de hollín ocultaban a las polillas negras, alguna vez escasas, que sobrevivían y se reproducían pasando sus genes para la coloración oscura a la siguiente generación. Conforme pasaron los años, nacían más palomillas negras y a finales del siglo XIX, en las cercanías de la ciudad de Manchester, 98% de la población de polillas era de color negro. Actualmente se ha controlado la contaminación de las fábricas y los líquenes crecen nuevamente en los árboles sin hollín, alrededor de las ciudades británicas. Se espera que las palomillas de color claro se oculten en los troncos y líquenes claros, y la forma negra se vuelva cada vez más escasa.

Polillas

Blancas

Negras

Procedimiento: Toma en cuenta la información para resolver las siguientes actividades.

a) Analiza y describe el medio donde vivían las polillas blancas y negras antes de la Revolución Industrial.

b) Analiza y describe el medio donde vivían las polillas blancas y negras después de la Revolución Industrial.

c) Completa el siguiente cuadro y compara el medio donde se reproducían más las polillas blancas y las polillas negras.

	Polilla blanca	Polilla negra
Ambiente antes de la Revolución Industrial		
Ambiente después de la Revolución Industrial		

d) Con base en el cuadro comparativo, explica el proceso de cambio en la población de la polilla negra por medio de la selección natural.

e) Comenta y discute tus respuestas en el grupo con ayuda de tu profesor.

Scanned with CamScanner

Mimetismo y selección natural

Introducción: El mimetismo es la imitación que una especie hace de estructuras o colores de otra. Esta adaptación da ventajas selectivas, pues permite que las especies imitadoras sobrevivan y se reproduzcan, ya que se ocultan más fácilmente de los depredadores.

Objetivo: Que los alumnos expliquen el mecanismo de selección natural con ejemplos de organismos que presentan adaptaciones de mimetismo.

Procedimiento:

1. Observa los esquemas siguientes de organismos con características muy peculiares en el medio donde viven.
2. Elabora un cuadro como el que se muestra y describe lo que se te pide. Observa el ejemplo en el cuadro.
3. Con base en el cuadro explica el mecanismo de selección natural para cada población, que dio como resultado adaptaciones de tipo mimético.

Insecto palo

Insecto hoja

Insecto espina

	Insecto palo	Insecto hoja	Insecto espina
Variación en la forma			
Variación en el color		El insecto se "pierde" cuando está sobre la hoja.	
Adaptaciones más ventajosas			

4. Elabora tus conclusiones y compártelas con el grupo, con ayuda de tu profesor.

Cuestionario

1. ¿Qué tienen en común los tres insectos?
2. ¿Qué ventajas tiene para los insectos palo, hoja y espina que presenten esa forma y ese color?
3. ¿Los animales que se alimentan de estos insectos también comen ramas, hojas o espinas? Explica tu respuesta.
4. ¿Qué pasaría con las poblaciones de estos insectos, si el medio donde viven cambiara a corto plazo? Explica tu respuesta.
5. ¿Sería válido comparar si alguna de las adaptaciones de estos insectos es más ventajosa que otra? ¿Por qué?

Scanned with CamScanner

LECCIÓN 4

4. El neodarwinismo: nuevas evidencias para la teoría de la evolución

La evidencia indica que la evolución es un hecho. Aunque todavía hay debates acerca de los mecanismos de cambio en la evolución, pocos son los biólogos que dudan que la evolución ocurre. Esto se debe a la gran cantidad de vestigios de especies que existieron y que son distintas de las actuales, pero sobre todo a aquellas que pertenecieron a especies intermedias entre las más antiguas y las actuales. De esa manera se ha podido elaborar el árbol genealógico del caballo, de la ballena y de otras especies más.

El avance en los conocimientos de la biología ha permitido entender y explicar muchos procesos evolutivos que los científicos de otras épocas desconocían. Por ejemplo, Lamarck desconocía la existencia de las unidades hereditarias, que más adelante fueron definidas por Gregor Mendel. Darwin tampoco conocía las fuentes de variación, pero reconocía las diferencias en los miembros de una misma población. Así, con su teoría del origen de las especies por el mecanismo de la selección natural, Darwin sienta las bases de la teoría evolutiva.

Se conoce como teoría sintética al conjunto de conocimientos provenientes del estudio de las diferentes áreas de la biología, que apoyan la existencia de varias fuerzas que provocan modificaciones en las poblaciones; sin embargo, la única fuerza que determina la adaptación es la selección natural, la cual actúa en el transcurso de mucho tiempo. A los científicos que aceptan esta teoría se les conoce como neodarwinistas.

La teoría neodarwinista moderna, al igual que la teoría original de Darwin, se fundamenta en el principio de la selección natural como causa de la evolución de las especies; pero, además presenta elementos científicos aportados por varias áreas del conocimiento que afinan y complementan la propuesta original de Darwin.

La teoría neodarwinista nació de la síntesis de conocimientos de los mecanismos de la evolución, adquiridos durante la primera mitad del siglo xx en tres disciplinas distintas: genética, sistemática (ciencia de la identificación de las especies en la naturaleza) y paleontología, debido a que éstas adoptaron en esa época el mismo modo de pensamiento "poblacional", que consistió en considerar a los seres vivos no aisladamente, sino como miembros de poblaciones. La teoría sintética fue promovida por tres investigadores: Theodor Dobzhansky (figura 2.19), Ernst Mayr y Georges Gaylor Simpson.

Fig. 2.19 Theodor Dobzhansky.

T. Dobzhansky, genetista estadounidense de origen ruso, publicó el libro *Genética y el origen de las especies* en 1937, en el cual planteó la relación de la genética con la teoría de la evolución por selección natural y el rechazo por parte de los genetistas del mutacionismo. Esto es, los genetistas como Hugo de Vries o T. H. Morgan creían que la transición entre las especies se hacía por un "cambio" brusco o mutación únicamente, no en forma gradual por acción de la selección natural.

En su libro, T. Dobzhansky fundamentaba sus ideas en las concepciones genéticas de la década de 1930, según las cuales las variaciones genéticas implicadas en la evolución son esencialmente mínimas y heredables conforme a las leyes de Mendel. Estas variaciones genéticas mínimas son las distintas variantes de un gen (**alelo**), dado que gobierna un determinado carácter biológico.

El razonamiento sobre la evolución por selección natural fue entonces el siguiente: en una población los individuos pueden ser portadores de uno u otro de estos alelos (plural de alelo)

Scanned with CamScanner

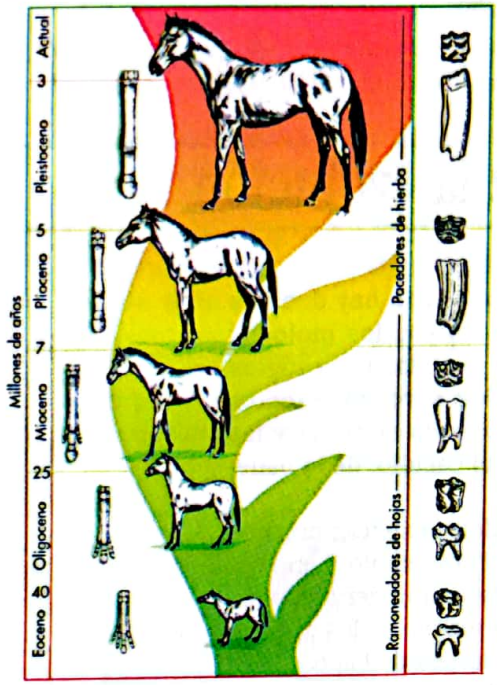


Fig. 2.20
En los antepasados del caballo (*Equus*). G. Simpson apreció que los postulados del neodarwinismo eran correctos, aunque no siempre es así.

y, por consiguiente, presentar una u otra de las distintas constituciones determinadas por los distintos alelos. Ciertas constituciones confieren, a los individuos que las poseen, una mejor **adaptación**. Éstos vivirán más tiempo y dejarán más descendientes que los demás, de modo que en la generación siguiente los alelos responsables de tales constituciones mejor adaptadas serán más frecuentes.

Si el proceso se repite, los alelos que confieren una mayor adaptación tenderán a transmitirse en la mayoría de los individuos que forman la población, hasta convertirse en genes exclusivos. Si la sustitución por los alelos más aptos se presenta en un gran número de genes, es posible esperar que la población adquirirá una constitución genética muy diferente de la inicial y surgirá una nueva especie.

La repercusión del libro de T. Dobzhansky fue enorme entre los biólogos de la época, pues mostraba que la selección natural podía estudiarse de manera experimental y que la evolución podía ser un fenómeno cuantificable (expresado numéricamente).

Ernst Mayr, taxónomo de origen alemán, radicado en Estados Unidos desde 1930, publicó en 1942 un libro fundamental para la teoría sintética: *Sistemática y el origen de las especies*. Las nociones expuestas en este libro fueron el concepto biológico de especie, la variación geográfica de la especie y la especiación alopátrica. Estas tres nociones permitieron comprender cómo se efectúa la formación de nuevas especies en la naturaleza.

Georges G. Simpson, paleontólogo estadounidense, publicó en 1944 el libro *Tiempo y modo en evolución* en el cual señala la unión de la paleontología y la genética de poblaciones. G. Simpson intentó verificar en vestigios paleontológicos la idea propuesta por Dobzhansky de que la evolución consiste en la acumulación gradual de pequeñas variaciones (genes mutados) dentro de las poblaciones.

Con los restos fósiles de los antepasados del caballo, G. Simpson hizo las observaciones siguientes: en una especie ancestral, la *Miohippus* (figura 2.20), que vivió en el Oligoceno (etapa geológica), había en determinados dientes de algunos individuos una pequeña cresta de esmalte en la superficie dental. G. Simpson lo interpretó como el nacimiento de una pequeña variación en relación con el tipo normal de dibujo dental, del cual carecian la mayoría de los representantes de la especie *Miohippus*.

Al final del Oligoceno había especies ancestrales de **équidos** con la pequeña cresta mientras que otras estaban desprovistas de ella. En el periodo geológico siguiente, el Mioceno, existían dos géneros de équidos distintos: uno, *Anchitherium*, con especies desprovistas de la pequeña cresta; el otro, *Parahippus*, con la cresta. Así, en la paleontología se constata que la evolución procede, como afirma la genética de poblaciones, por la aparición de una pequeña variación genética que predomina poco a poco en ciertas poblaciones, conduciendo a la **diversificación gradual de las especies nuevas a partir de especies ancestrales**.

Basado en el ejemplo de la evolución del caballo, G. Simpson llegó a la conclusión de que "la historia de la vida, revelada por los fósiles descubiertos hasta el momento, es compatible con un proceso evolutivo de mutaciones genéticas y de selección, dicho de otra manera, con un proceso que radica en la adaptación de las poblaciones por vía de la selección natural". Por otra parte, con base en los vestigios fósiles, concluyó que la evolución se manifiesta de manera gradual de acuerdo con los postulados darwinistas. Aquí es importante aclarar que no todos los caracteres evolucionan gradualmente.

En la actualidad, hay una amplia gama de concepciones respecto a los mecanismos de especiación, pero esto no significa que los diferentes modelos se rechacen unos a otros.

Scanned with CamScanner

En relación con la teoría neodarwinista de 1947, se hallan hoy otros modelos de especiación, aparte del modelo de divergencia gradual.

4.1 Otras evidencias evolutivas

Existen evidencias científicas que han demostrado la evolución por selección natural. Así se tienen evidencias bioquímicas, morfológicas o anatómicas; fisiológicas, embriológicas, paleontológicas y biogeográficas. Estas evidencias y las disciplinas que las han aportado son las siguientes:

Biología molecular

Esta rama reciente de la biología estudia, entre otras cosas, las moléculas de ADN (ácido desoxirribonucleico) que contienen los genes de cada uno de los caracteres presentados por todos los seres vivos. Ahora se pueden hacer comparaciones con los productos directos de los genes, es decir, con las **proteínas** (compuestos químicos formados por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, organizados en unidades llamadas aminoácidos), en la misma secuencia de los nucleótidos del propio ADN.

El estudio comparado de otros compuestos químicos que participan en la herencia, los ácidos nucleicos (formados por unidades llamadas nucleótidos) y las proteínas, ha hecho aportaciones interesantes en la reconstrucción de la historia evolutiva de diferentes grupos de organismos. El ADN y las proteínas tienen una cantidad considerable de información en las unidades que las forman.

Las investigaciones de la historia evolutiva, a nivel molecular, tienen ventajas importantes; la primera es que la información está más disponible y puede medirse (conocer el número o secuencia de **aminoácidos** o **nucleótidos** que difieren), lo que posibilita conocer la secuencia de las unidades de la proteína y del ácido nucleico en varios organismos. La segunda ventaja es que pueden estudiarse en organismos muy diversos, como un hongo, un pez o un gusano, pues hay proteínas comunes a estos tres grupos que pueden ser comparadas. Lo trascendente es saber que la secuencia de los nucleótidos es más parecida en organismos más cercanamente emparentados.

¿SABÍAS QUE?

En 1957, J. B. S. Haldane, genetista británico, fue uno de los primeros en elaborar modelos matemáticos de los cambios de las frecuencias génicas. Haldane se dio cuenta de la paradoja siguiente: el gen inicial tendía a desaparecer progresivamente durante varias generaciones. Haldane calculó que la transformación de una especie en otra no podía llevarse a cabo por la sustitución de más de una docena de genes a la vez, de lo contrario, la disminución de los genes principales a lo largo del proceso de selección natural conduciría a la extinción de la especie. Este hecho se conoce como "dilema de Haldane".

Genética

La herencia mendeliana, aunque una parte pequeña sobre la conformación del genotipo y del fenotipo, ha servido de base para entender los procesos de recombinación genética mediante el intercambio genético contenido en los cromosomas. También ha señalado que el número de cromosomas es característico de las especies y que sólo los miembros del grupo pueden aparearse, debido a que son los genes del cromosoma compatibles en información y secuencia.

En 1975 los genetistas estadounidenses, A. R. Templeton y H. L Carson, estudiaron la genética de la especiación en 500 especies de *Drosophila* (mosca de la fruta) pobladoras de las islas de Hawai. Estas especies se habían formado recientemente (pues las islas datan de cinco millones de años) por la constante afluencia de pequeños inmigrantes que llegaron al azar a las islas de Hawai, seguramente de la parte continental, y que llevaron una pequeña parte del acervo de alelos existentes en la población de origen.

A. R. Templeton reveló que en especies de moscas hawaianas muy próximas (*Drosophila silvestris* y *Drosophila heteroneura*) se puede conseguir un gran cambio genético sin afectar más de una decena de genes, en lugar de varios miles, como lo propone la divergencia

Scanned with CamScanner

gradual. Estos resultados pusieron en entredicho el modelo clásico de especiación dirigida por una divergencia gradual de las poblaciones.

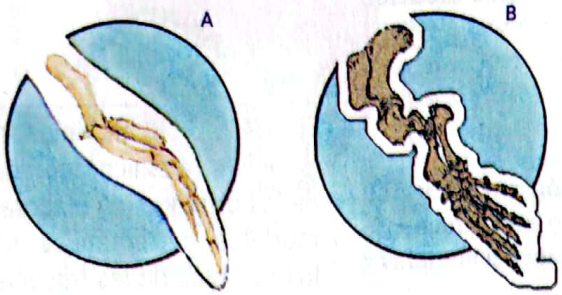


Fig. 2.21
Analogía entre la aleta de un pingüino (A) y la de una foca (B). Aunque similares superficialmente, los esqueletos son muy diferentes.

Anatomía

La anatomía comparada proporciona la evidencia estructural de la evolución de los organismos en cuanto a forma, tamaño y origen de los órganos. La selección natural ha propiciado estructuras similares a las especies que se encuentran en ambientes semejantes, aun cuando no tienen relación entre sí. Las partes corporales externas e internas, que son similares en organismos que no están clasificados en grupos taxonómicos cercanos, se conocen como **estructuras análogas**. Estas partes corporales no proceden de estructuras ancestrales comunes con la misma función, por ejemplo, las extremidades de las focas y las alas de los pingüinos (figura 2.21).

Al comparar la anatomía interna de las extremidades anteriores de los mamíferos son notoriamente similares, aunque se usan en formas diversas, para volar, nadar, correr y tomar objetos, como ramas y herramientas. Estas estructuras internas similares se conocen como **estructuras homólogas** (figura 2.22). Dicho parecido indica que tienen un origen evolutivo similar, a pesar de las diferencias en función.

La evolución por selección natural también ayuda a explicar el hecho de que algunas **estructuras rudimentarias o vestigiales,** se presentan de forma muy reducida y sin función aparente. Estas estructuras, sin embargo, han tenido una reducción en su tamaño o función en el transcurso de la evolución, pero su presencia es indicio de parentesco con otros grupos de organismos. Por ejemplo, los huesos pélvicos en las ballenas, delfines y en ciertas víboras (figura 2.23). Ambas estructuras vestigiales son claramente homólogas a estructuras que se encuentran en otros vertebrados (animales con espina dorsal).

La especie humana presenta órganos rudimentarios como el **apéndice vermiforme**, que en primates puede ser mucho mayor; la muela del juicio; la membrana nictitante (pliegue membranoso cerca del lagrimal) que en la mayoría de los vertebrados es un párpado; los músculos de la oreja, que en otros mamíferos son útiles para moverla libremente y dirigirla hacia las fuentes de sonido deseadas; las glándulas mamarias que en la mayoría de los mamíferos son más de dos y que en los machos no funcionan.

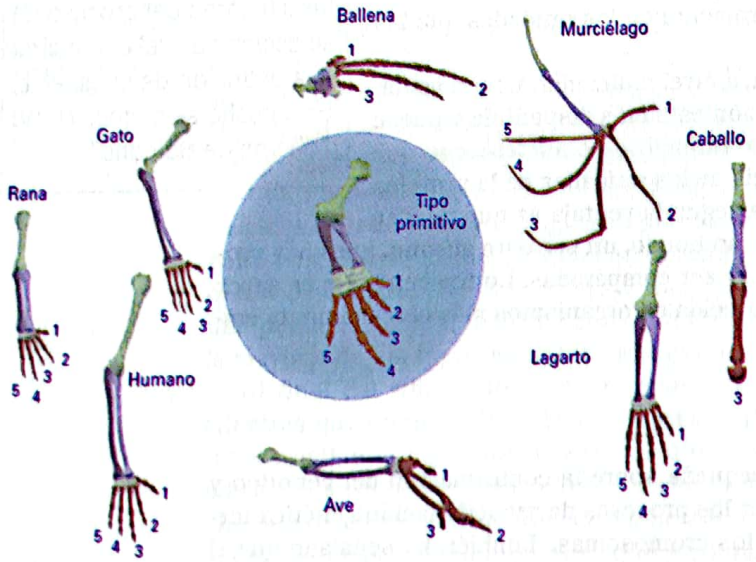


Fig. 2.22
Órganos homólogos. Las extremidades anteriores de varios vertebrados representativos se comparan con las del tipo ancestral primitivo. En cada caso, los huesos han tenido cambios, sin dejar de presentar las estructuras básicas.

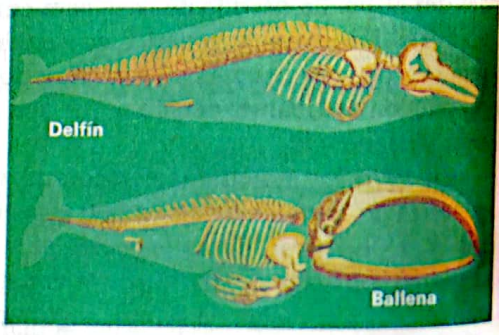


Fig. 2.23
Algunos mamíferos marinos, como las ballenas y los delfines, poseen órganos vestigiales de las estructuras locomotoras de sus antepasados.

Scanned with CamScanner

ESTRUCTURAS QUE DERIVAN DE LAS CAPAS BLASTODÉRMICAS		
Ectodermo	**Mesodermo**	**Endodermo**
Sistema nervioso	Esqueleto	Sistema y glándulas digestivas
Piel	Músculos	Sistema respiratorio
Derivados cutáneos	Sistema circulatorio Sistema excretor Sistema reproductor	

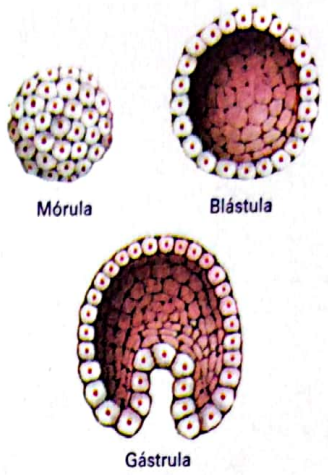


Fig. 2.24
Desarrollo del cigoto hasta la formación de la gástrula.

Embriología

La embriología estudia el desarrollo de los organismos a partir del cigoto o huevo, es decir, después de que el óvulo ha sido fecundado por el espermatozoide. El desarrollo embrionario es característico en cada grupo de organismos, pero en general todos presentan las etapas de división después del cigoto, el crecimiento y la diferenciación (figura 2.24).

La ontogenia estudia la historia de cada individuo, desde que inicia su desarrollo embrionario hasta que alcanza la edad adulta. Aporta información comparativa que se interpreta como las relaciones evolutivas de los organismos de especies de niveles taxonómicos diferentes, lo que es importante para entender el origen de cada especie. Por ejemplo, durante su desarrollo embrionario un mamífero pasa por etapas muy parecidas a las de los peces, anfibios, reptiles y aves. Sin embargo, actualmente se sabe que hay muchas diferencias en cada etapa a pesar de los aspectos similares.

Las características generales del grupo se manifiestan al principio de la ontogenia: se forma el cerebro, la médula espinal y el esqueleto (estructuras presentes en todos los vertebrados), mientras que las características propias de cada grupo, como escamas, plumas o pelo, se desarrollan en las últimas etapas embrionarias (figura 2.25).

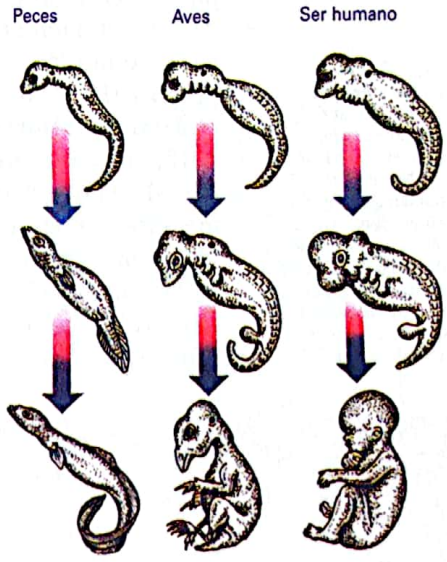


Fig. 2.25
En fases tempranas de su desarrollo, los embriones de diferentes vertebrados se parecen; estas semejanzas desaparecen a medida que se va formando el embrión.

Paleontología

Una de las ramas de la biología que más aportaciones ha dado al proceso de evolución de los seres en la Tierra, ha sido la paleontología. Esta disciplina estudia los restos fósiles de organismos, su distribución antigua y características anatómicas, y con ello infiere el ambiente predominante en esa época.

La información que los paleontólogos obtienen de los fósiles es muy valiosa, porque ha permitido construir la historia de las especies que vivieron en el pasado, suponiendo que la evolución procede, y con la elaboración de **árboles filogenéticos** se han establecido hipótesis sobre las relaciones entre los grupos actuales con los antiguos. Los árboles filogenéticos son esquemas que ilustran las posibles relaciones entre grupos o especies que guardan parentesco evolutivo a través del tiempo.

A principios de la década de 1970, dos paleontólogos estadounidenses, Niles Eldredge y Stephen Jay Gould (figura 2.26), pusieron en entredicho el gradualismo de G. Simpson.

Scanned with CamScanner

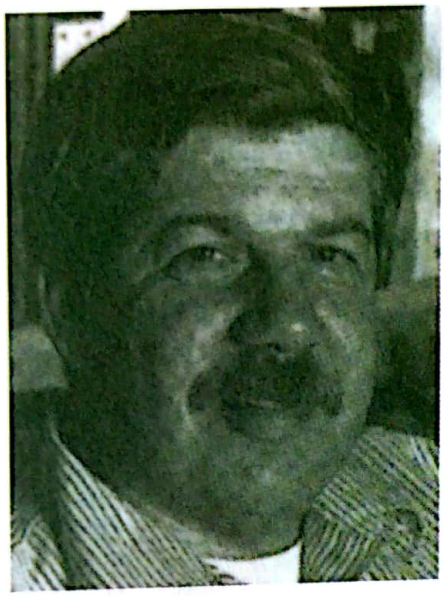


Fig. 2.26
Stephen Jay Gould, autor de la teoría de evolución por equilibrios intermitentes.

Eldredge y Gould rechazaron el modelo de que una especie inicial se transforme en una especie nueva de forma gradual y continua. Por el contrario, ellos explicaron que cada especie permanece estable en sus caracteres esenciales durante millones de años (ausencia de evolución); luego se ve remplazada bruscamente por otra especie que presenta un cambio en los caracteres.

Biogeografía

La biogeografía estudia la distribución tanto antigua como actual de los seres en el planeta. Los científicos han explicado que la distribución actual de los seres vivos tiene su origen en varios hechos del pasado y se comprende únicamente por la historia evolutiva de cada especie. Por ejemplo, las variaciones geográficas y climáticas que se presentaron durante el transcurso del tiempo explican la distribución actual de muchos grupos de plantas y animales. En la figura 2.27 se muestra cómo la unión entre América y Asia permitió la migración de los antecesores del caballo al continente asiático.

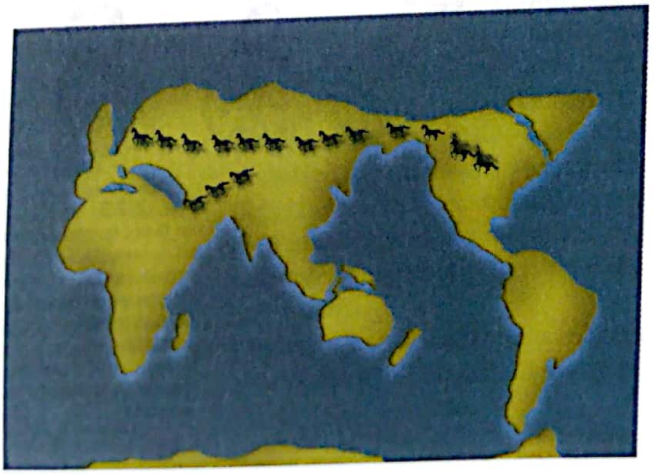
Otro ejemplo es la ausencia de barreras o comunicación entre zonas continentales que ocasionaron la libre dispersión de animales y plantas. Así, durante la glaciación cuaternaria en América del Norte, la migración de las especies del norte que huían del frío no encontró barrera hacia el sur. Por el contrario, en la glaciación escandinava en Europa, las especies que migraron del norte al sur quedaron detenidas por el mar Mediterráneo.

Un ejemplo más que explica la distribución de los seres en el planeta, es la teoría de la deriva continental que plantea la idea del movimiento de los continentes y que en la actualidad ha sido ampliamente estudiada. Los geólogos aceptan que el interior de la Tierra puede deformarse lentamente y, como consecuencia, las superficies sólidas de los continentes también se mueven de manera horizontal y vertical sobre una capa inferior viscosa, pero líquida.

En 1910, Frederick B. Taylor, H. D. Baker y Alfred L. Wegener propusieron la hipótesis de la **deriva continental.** En su obra *El origen de los continentes y los océanos* publicada en 1915, señalaban que hace 200 a 230 millones de años había existido una gran masa continental a la que llamaron Pangea, que fue fragmentada y separada a través del tiempo, fundamentándose en los continuos estudios sobre los fósiles en África y Sudamérica que mostraban extraordinarias similitudes.

Con el modelo de tectónica de placas, los científicos han podido explicar que la Pangea se separó y juntó repetidamente. La masa continental reunió a América del Sur, África, la Antártida, la India, Madagascar y Australia, que hace 200 millones de años estuvo unida a América del Norte y Eurasia. Gradualmente, la Pangea se dividió en Laurasia y Gondwana occidental y oriental. Un mayor deslizamiento dio como resultado, y con el tiempo las posiciones modernas de los continentes. El deslizamiento continental continúa en nuestros tiempos (figura 2.28), y se ha hundido; por ejemplo, la península de Baja California se reduce a razón de tres metros por año.

Fig. 2.27
Migraciones del *Hipparion*, ancestro del caballo, en el Plioceno. De América del Norte, donde habían surgido sus antecesores en el Mioceno tardío, se dirigió a Eurasia y África atravesando un puente terrestre que corresponde al actual estrecho de Bering.



Actualmente se sabe que la corteza terrestre es una capa muy delgada y rígida, y en ella se encuentran fracturas que la dividen en 14 grandes fragmentos llamados placas tectónicas (figura 2.29). Las placas tectónicas se desplazan lentamente sobre el manto superior que se encuentra en estado viscoso.

Scanned with CamScanner

La deriva continental afectó la evolución de los mamíferos por la fragmentación de los dos supercontinentes al principio de la era Cenozoica. En el Norte, Europa y Asia estaban separadas por un mar, pero conectadas con América del Norte durante esa era. La libre migración tiene que ver con el lugar de origen de algunos grupos de mamíferos que se desarrollaron en el Norte. El distante movimiento de Godwana permitió la evolución de grupos de mamíferos en América del Sur y África.

Los notables hallazgos de restos de animales marinos en las cúspides del Himalaya se han explicado con base en la tectónica de placas: un fragmento africano se movió hacia el Norte presionando el continente asiático, dando origen a la India. La presión de la placa continuó elevando y plegando el territorio asiático, lo cual dio origen a los montes del Himalaya, esto es, los montes de 8 800 metros de altura se formaron por plegamiento de la corteza terrestre y no por erupción volcánica. Lo mismo sucede con los Andes en América del Sur.

Fig. 2.28
Mapas que muestran la fragmentación del continente único denominado Pangea. La fracturación comenzó hace unos 280 millones de años.

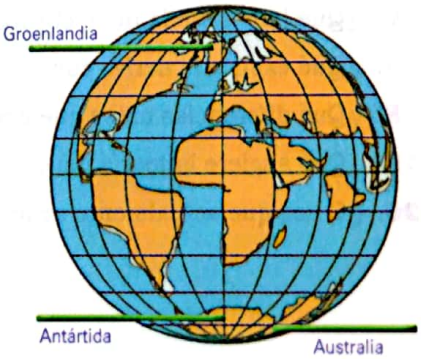
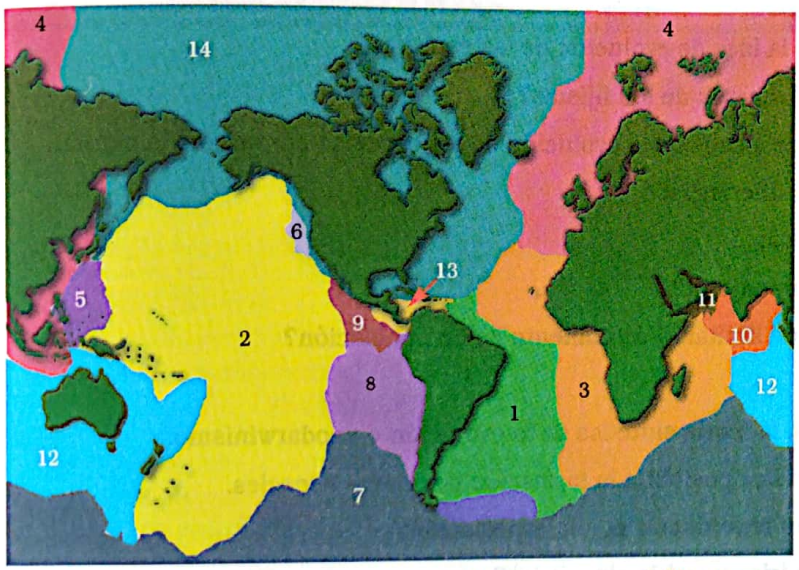


Fig. 2.29
En la actualidad se acepta que la Tierra está dividida en 14 placas de tamaño variable.



¿SABÍAS QUE?

Entre los mamíferos de México hay representantes de gran antigüedad, como los marsupiales (con marsupio o bolsa ventral donde termina el desarrollo del embrión), que probablemente se originaron en Godwana occidental, desde donde se dispersaron a Australia, las Américas y Eurasia, antes del inicio de la deriva continental. Un ejemplo de los ocho marsupiales mexicanos es el tlacuache (*Didel-phis virginiana*).

Scanned with CamScanner

¿SABÍAS QUE?

La evidencia fósil sugiere que varios grupos de plantas con similitudes que indican un parentesco evolutivo migraron a México y al trópico desde otras partes del mundo, como África y Eurasia, antes de que la deriva continental (hace 135 millones de años) fragmentara los supercontinentes de Godwana; después de ello, los grupos ancestrales compartidos se extinguieron. Se cree que el mezquite (*Prosopis s.p.*) es originario del continente africano; varias especies de plantas de los bosques de niebla o bosque mesófilo de montaña también muestran afinidades con especies del este de Asia. De acuerdo con lo anterior, muchas especies debieron vivir en el mismo hábitat y evolucionaron en direcciones diferentes al fragmentarse Godwana.

ACTIVIDADES DE CONSOLIDACIÓN

1. ¿Por qué es diferente el fijismo a la idea de evolución de las especies?
2. ¿Qué aportaciones diferencian a Lamarck de los fijistas?
3. Explica la teoría de Darwin-Wallace acerca de la evolución de las especies por selección natural.
4. ¿Qué entiendes por reproducción diferencial?
5. Explica qué es la variación genética.
6. ¿Cómo podrías definir la selección natural?
7. ¿Qué factores del ambiente pueden limitar el crecimiento de una población?
8. ¿Cómo se define la adaptación?
9. Explica, con tus propias palabras, la teoría sintética de la evolución o neodarwinismo.
10. Describe cómo una barrera geográfica posibilita la formación de nuevas especies.
11. ¿Cómo se relaciona el aislamiento reproductor con la especiación?
12. ¿Qué explica la especiación alopátrica y qué la simpátrica?
13. Da ejemplos de dos tipos de adaptaciones.
14. Menciona evidencias anatómicas y embriológicas que prueban la evolución de las especies.
15. ¿Qué nuevas aportaciones ha hecho la genética a la teoría de la evolución?
16. ¿Qué importancia tiene el estudio de los fósiles para la evolución de las especies?
17. ¿Qué explica la deriva continental?
18. ¿Qué diferencias crees que existen entre el gradualismo y la propuesta de Hugo de Vries?
19. ¿Qué sugiere la teoría del equilibrio puntual?
20. ¿Crees que actualmente se presenta la evolución en los seres vivos? Fundamenta tu respuesta.

Scanned with CamScanner

Visita el jardín botánico, el museo de Historia Natural o un parque.

Objetivo: Observar características adaptativas a su medio.

Procedimiento:

1. Observa las plantas del desierto (cactus).
   - Sus tallos bulbosos almacenan agua.
   - Tienen hojas pequeñas o espinas para no transpirar el agua.
   - Sus raíces están enterradas y son extensas para absorber el agua cuando llega a llover
   - Su tamaño no es muy grande ya que son de crecimiento lento para enconomizar el agua
   - Casi nunca tienen flores ni frutos, ya que esta etapa es muy corta.
   - Fíjate si algunas plantas tienen características semejantes, tal vez sean de la misma familia.
   - Si es posible investiga su nombre común y científico, su hábitat, su distribución geográfica en México y su importancia.

Scanned with CamScanner

Glosario

Adaptación fisiológica. Son las modificaciones en el funcionamiento de las estructuras de una población, que le permiten sobrevivir en las condiciones específicas del medio en que habita.

Adaptación. Es una capacidad de los seres vivos para sobrevivir y reproducirse en un medio determinado. Generalmente implica un proceso prolongado.

Alelo. Una de varias formas alternativas de cada gen.

Alga. Seres unicelulares o pluricelulares, o eucariontes, acuáticos o terrestres que son fotosintéticos. Presentan diferentes pigmentos; son fuente de alimento para los herbívoros en los medios acuáticos y terrestres. Se reproducen asexualmente por esporas y forman estructuras sexuales.

Aminoácidos. Compuestos orgánicos formados por un grupo ácido y una base. Son las unidades de las proteínas; sus componentes principales son carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno.

Apéndice. Estructura sin salida del intestino que aparentemente no tiene una función digestiva; se infecta con cierta frecuencia produciéndose la apendicitis.

Árbol filogenético. Es una representación de la historia de una especie, a partir de la población original y señalando todas las especies intermedias que se formaron.

Biogeografía. Es la ciencia auxiliar de la biología que trata de la distribución de los seres vivos en el planeta.

Blástula. En los animales, etapa en la cual el embrión consiste en una esfera hueca con una pared de una o varias capas de células de grosor.

Cigoto. Resulta de la unión de las células sexuales: óvulo y espermatozoide.

Cromosomas. Estructuras que resultan del súper enrollamiento de las cadenas de ADN. Son estructuras relacionadas con la división de las células y la transmisión de características hereditarias. Los cromosomas contienen los genes y éstos, la información genética de los progenitores.

Diferenciación. Es el proceso por medio del cual las células que forman las primeras etapas del embrión, y que contienen toda la información para desarrollar un organismo completo, mantienen activa sólo aquella información que les permite formar parte de un tejido u órgano.

Divergencia genética. Se presenta cuando dos poblaciones evolucionan en sentido diferente haciéndose cada vez más distintas entre sí.

Équidos. Familia de mamíferos con número impar de dedos a la que pertenecen el caballo y especies afines, como la cebra y el asno. Todos son herbívoros estrictos.

Especiación. Es la formación de una o varias especies a partir de una original.

Evolución alopátrica. Es aquella en la que dos o más poblaciones quedan aisladas geográficamente, lo que les impide el intercambio genético entre sí.

Evolución simpátrica. Es aquella que se produce sin necesidad de que los individuos estén aislados geográficamente, es decir, pueden convivir en el mismo medio. Este tipo de evolución implica otros mecanismos que impiden el cruzamiento entre las poblaciones.

Extinción. Desaparición permanente de especies en el planeta.

Fósiles. Restos de animales o plantas muertas mucho tiempo atrás, preservados en distintos materiales minerales y resinas.

Gástrula. Etapa del desarrollo embrionario después de la blástula. Se forma por el plegamiento de la pared de la blástula formando una estructura con capas, a partir de las cuales se forman los diferentes tejidos y sistemas del organismo.

Genética de poblaciones. Es el estudio de la frecuencia, distribución y herencia de los alelos en una población determinada.

Hidroides. Animales cuyo ciclo vital incluye un estadio de pólipo fijo (como en las anémonas de mar), uno de medusa libre o ambos. Atrapan a su presa con los tentáculos urticantes. Son animales marinos, excepto algunas formas (como la hidra) que viven en agua dulce.

Hongo. Organismo eucarionte complejo que obtiene nutrimentos por asimilación; muchos de ellos son descomponedores y unos cuantos parásitos.

Scanned with CamScanner

Individuo. Se refiere a un organismo correspondiente a cualquier especie o población.

Infertilidad híbrida. Es la incapacidad de los individuos híbridos de reproducirse.

Mórula. Conjunto de células que se forman después de la división continua del cigoto. Son células indiferenciadas. Se denomina así por su parecido a una mora.

Nucleótido. En el ADN son las unidades que forman los ácidos nucleicos, compuestos por un ácido fosfórico, una base nitrogenada (guanina, citosina, adenina y timina) y un azúcar llamado desoxirribosa. El ARN tiene uracilo en lugar de timina y el azúcar se denomina ribosa.

Patógeno. Que es capaz de producir enfermedades.

Polimorfismo. Es el hecho de que los individuos de una misma especie presenten una morfología diferente de los integrantes de la misma población, sin perder su capacidad de reproducirse entre sí.

Proteínas. Son compuestos orgánicos formados por aminoácidos. Los aminoácidos son moléculas formadas por átomos de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Existen 20 aminoácidos diferentes en la naturaleza que forman una diversidad de cadenas de proteínas.

Rasgos adaptativos. Son aquellos que le permitieron a una población sobrevivir en el medio que habita.

Recombinación genética. Generación de nuevas combinaciones de alelos en cromosomas homólogos, debido al intercambio de ADN durante el entrecruzamiento.

Sedimento. Es la capa que se formó sobre el fondo marino o la superficie continental, como producto de la acumulación de polvos que se desprendieron de las rocas. Con el tiempo y la presión, esos sedimentos pueden formar rocas denominadas sedimentarias.

Scanned with CamScanner

Scanned with CamScanner

BIOLOGÍA 1

UNIDAD 3

LOS SERES VIVOS EN EL PLANETA

En el Sistema Solar, la Tierra es apropiada para la formación de la vida tal como la conocemos. Nuestro planeta se encuentra a una distancia adecuada del Sol, pues se mantiene a la temperatura en la que el agua es líquida; su tamaño es el adecuado para retener la atmósfera con la fuerza de la gravedad, y la capa atmosférica evita la infiltración directa de la radiación solar. Reflexionar en la posibilidad de vida en otros planetas (exobiología) con características parecidas a la Tierra, pero que se localicen en sistemas solares distantes al nuestro, es una de las grandes interrogantes que aún se investiga y que es de gran interés para la humanidad, ¿no crees? Para adentrarnos en el campo de la exobiología es importante entender primero la vida en nuestro planeta.

Los seres que habitamos la Tierra tenemos una larga historia evolutiva. En tiempos remotos las condiciones de la Tierra no fueron como las actuales y los primeros seres experimentaron infinidad de cambios en ambientes dinámicos. La diversidad de organismos microscópicos y macroscópicos que actualmente pueblan el planeta, son resultado de procesos evolutivos de millones de años. En esta unidad conocerás las teorías sobre el origen de la vida y las primeras células; qué son los fósiles, aunque ya hemos hablado de ellos; su significado y los procesos de fosilización; información acerca de la antigüedad y datos que aportan los restos fósiles. Con esto ha sido posible que los paleontólogos, geólogos, taxónomos y biólogos reconstruyan la historia evolutiva de algunos grupos.

Scanned with CamScanner

Estos hechos te aportarán información para entender la diversidad de organismos que existen en la Tierra. También conocerás que la especie humana, por sus características de sobrepoblación y su capacidad de transformación del ambiente, representa una de las causas y consecuencias de la pérdida de la biodiversidad y las acciones de explotación de los recursos naturales, como la tala de los árboles, la sobreexplotación del agua y del suelo, que han puesto en riesgo la supervivencia de gran número de especies. Muchas de ellas ya se han extinguido.

En esta unidad conocerás el trabajo de los taxónomos y la importancia de los estudios que aportan datos sobre las posibles relaciones de especies existentes en los diferentes **ecosistemas.** Encontrarás que la identificación y la clasificación de las especies son registros importantes para calcular la biodiversidad del planeta. Con esta información serás capaz de comprender la necesidad de conservar en equilibrio la vida en la Tierra y todos los sistemas que mantienen a los diferentes seres vivos, entre ellos a la especie humana.

PREGUNTAS INTRODUCTORIAS

1. ¿Cómo se originó la vida en la Tierra?
2. ¿Crees posible que la vida llegó a la Tierra por medio de meteoritos procedentes de otros planetas?
3. ¿Se podrán originar gusanos en la carne descompuesta o renacuajos en el lodo?
4. ¿Qué le da vida a un organismo, o que pierde cuando se muere?
5. ¿Qué son los fósiles y por qué son distintos a las especies actuales?
6. ¿Crees que el hombre y el gorila tenga un antecesor común?
7. ¿Será posible que un gorila evolucione a hombre o un hombre a gorila?
8. Al alterar o destruir las selvas y los bosques o contaminar los ríos y lagos, ¿qué les pasa a las especies que viven en ellos?
9. ¿Qué medida podrías tomar tú, para evitar la contaminación y destrucción de nuestro ambiente?
10. ¿Sabes en cuántos reinos se clasifican a los seres vivos?

CONCEPTOS CLAVE

- Biogénesis es la teoría sobre el origen de los seres vivos a partir de otros semejantes a ellos.
- Síntesis prebiótica se refiere a la hipótesis que plantea que a partir de moléculas sencillas se forman otras más complejas.
- Coacervados son pequeñas gotas de material orgánico separados del ambiente por una membrana formada de moléculas complejas como grasas.
- Panspermia incluye todas las teorías que sostienen que el origen de los seres vivos está en **gérmenes** distribuidos en el espacio. Se refiere a la hipótesis que plantea el posible origen extraterrestre de las primeras moléculas orgánicas a través de **meteoritos.**
- Generación espontánea es la idea que apoya que los seres aparecen en forma repentina a partir de materia inerte.
- Fósiles son los remanentes o huellas de organismos que vivieron en el pasado geológico.
- Biodiversidad se refiere a la gran variedad de organismos que existen en el planeta Tierra.
- Taxonomía es la rama de la biología que organiza y sistematiza a los diferentes seres de acuerdo con sus características moleculares, genéticas, embriológicas, anatómicas, ecológicas, geográficas y evolutivas.

Scanned with CamScanner

LECCIÓN 1

1. El origen de la vida

Desde que el hombre es consciente de su existencia, uno de los fenómenos que más ha llamado su atención es conocer su origen y el de los seres vivos que lo rodean. En sus inicios, el ser humano admiró los fenómenos naturales y trató de explicarlos como acciones divinas. Los dioses del fuego, de la lluvia o del trueno fueron los primeros en ser adorados por ofrecer calor, agua y energía, respectivamente.

Con el tiempo el hombre enfocó su atención en otros fenómenos que le producían bienestar y los relacionó con dioses, como los de los cultivos, de la bondad, la gratitud, etc. Pero lo que más llamaba su atención era encontrar explicaciones de su origen; empezó por adorar al Sol, a la Luna y después a imágenes a las que les atribuía poderes divinos. Así llegó a venerar a un dios o a la divinidad que lo había creado, a estas ideas se les conoce como **creacionismo** (figura 3.1).

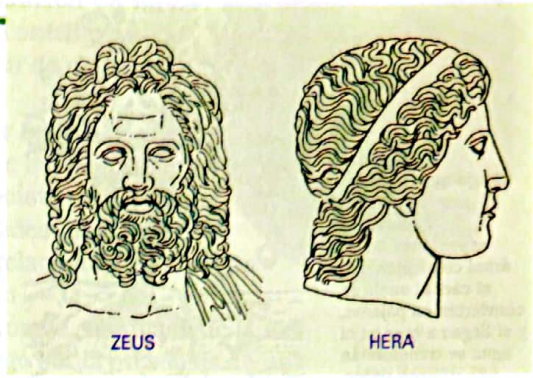


Fig. 3.1
Dios o divinidad, base del creacionismo.

El concepto idealista del creacionismo constituye la base de todas las religiones, pues afirma que un ser supremo, un dios, proporcionó alma a la materia inanimada. Según la Biblia, el libro sagrado de los judíos y los cristianos, dios creó el mundo en seis días; primero creó a las plantas, los peces, las aves y las fieras, por último dio vida al hombre a partir de barro, al que dio aliento de vida (alma) convirtiéndolo en un ser vivo.

De acuerdo con estas ideas religiosas, se cree que todos los seres vivos son producto de la creación divina. Sin embargo, las afirmaciones religiosas no están sujetas a pruebas para su verificación como lo hace la ciencia. Hoy día muchos científicos trabajan para conocer el origen de la vida y con ello el del hombre en la Tierra.

1.1 La generación espontánea

En la antigüedad, algunos pensadores buscaron la explicación del origen de la vida, apartándose de las ideas creacionistas, para explicar que un ser vivo proviene de materia sin la acción divina. La generación espontánea apoyaba en esa época, la idea de que los seres aparecían en forma repentina. De acuerdo con algunos mitos, la vida surgía en forma espontánea del lodo de las orillas de los ríos o de los restos de plantas y animales muertos.

Es importante considerar que ideas como la generación espontánea de seres vivos fueron producto de la falta de medios tecnológicos, de observaciones sin rigor científico, falta de los conocimientos que ahora tenemos, etc. Sin embargo, muchos que apoyaron esta idea sobre el origen de la vida eran personas de gran capacidad intelectual que destacaron en muchos campos de la cultura, la ciencia, la matemática, etcétera.

En la China antigua estaban convencidos de que los pulgones nacían espontáneamente de bambúes si sus brotes jóvenes se replantaban en tiempo húmedo y cálido. En el Ramayana, el libro sagrado de la India, se encuentran referencias al nacimiento espontáneo de moscas, escarabajos y parásitos, a partir de sudor y basura.

Las inscripciones babilónicas muestran que el barro de los canales origina gusanos y otros animales. En el Egipto antiguo, en la época de los faraones, se pensaba que el fango del Nilo generaba ranas, sapos y culebras con el calor del sol. Esta idea fue apoyada por los filósofos griegos como Tales de Mileto (siglo VII a.n.e.) y Demócrito (siglo V a.n.e.) quienes sostenían que la vida podía surgir del lodo de los pantanos, de la combinación del agua con el fuego, del mar o de cualquier unión entre elementos inertes.

Scanned with CamScanner

Aristóteles pensaba que animales y plantas no solamente nacían de sistemas vivos parecidos a ellos, sino también de materia en descomposición activada por el calor del sol. Según este pensador, la generación espontánea era resultado de la interacción de la materia inerte con una fuerza sobrenatural capaz de dar vida a lo inanimado, a esta fuerza la llamó entelequia.

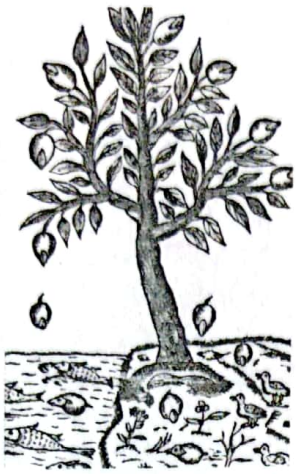


Fig. 3.2 Dibujo que ilustra el mito sobre la generación espontánea de un árbol con frutos que al caer al suelo se convierten en pájaros, y si llegan a caer en el agua se transforman en peces.

Él afirmaba que de los charcos se formaban espontáneamente peces, ranas e insectos; y que lo mismo sucedía en el mar donde surgían de pronto peces, cangrejos y almejas. Aceptaba que el propio hombre podría tener un origen con características similares; dado su reconocimiento como gran pensador, esta teoría se mantuvo hasta mediados del siglo XVII (figura 3.2). Contrario a Aristóteles, Platón planteó un sistema filosófico con el que encadenó al hombre y a la naturaleza a un mundo supernatural regido por dioses.

Con el tiempo, otros pensadores como Jean Baptiste van Helmont (1577-1644), médico holandés, propuso una receta para fabricar ratones con ropa sucia impregnada de sudor y granos de

ACTIVIDAD

Hipótesis sobre el origen espontáneo de los seres vivos

Introducción: Las ideas y mitos sobre la generación espontánea que comúnmente la gente afirma, se refieren a la aparición de animales de materia inerte, como la basura, o que del agua "se crea lama"; que de la fruta descompuesta "nacen moscas" o que de los animales muertos "salen gusanos". Con la siguiente actividad se pretende que selecciones y discutas una de las hipótesis que se plantean para el siguiente problema.

Objetivo: Que plantees una hipótesis acerca de la teoría de la generación espontánea, la discutan y la argumenten.

Problema a resolver:

¿Cómo se originan los gusanos que están dentro de las frutas o de los cadáveres de animales o del mismo hombre?

¿Cuál sería tu hipótesis?

Procedimiento:

Compara tu hipótesis con una de las siguientes afirmaciones.

Sólo en caso de que creas que son mejor que la tuya, selecciona una de las siguientes afirmaciones como posibles hipótesis:

* Los gusanos se originan por descomposición de la materia orgánica.
* Son parásitos que están alojados en el interior del cuerpo y al morir el organismo lo invaden totalmente.
* Los gusanos se originan por una evolución rápida a partir de microorganismos que se encuentran en el ambiente.
* Se engendran de otros organismos que depositaron sus huevecillos en ese lugar.

Discute tu hipótesis, o la que escogiste, con los compañeros del grupo, y tu profesor.

Cuestionario:

1. Explica con argumentos tus puntos de vista que apoyen la hipótesis.
2. ¿Qué observaciones harías para apoyar tu hipótesis?
3. ¿Qué actividades desarrollarías para comprobar tu hipótesis?
4. ¿Cómo demostrarías tu hipótesis?

Scanned with CamScanner

trigo (figura 3.3). Así, en esa época se llegaron a dar recetas para producir seres vivos de manera espontánea, por ejemplo, si la carne se dejaba fuera por unos días, se formaban gusanos; y en un charco con barro, renacuajos.

La generación espontánea no es una teoría científica, ya que no resulta de observaciones y experimentos controlados que demuestren la generación de vida a partir de materia inerte. Pero lo valioso de esta idea es que logró contribuir al desarrollo de una nueva idea sobre el origen de los seres vivos a partir de causas naturales y materiales, en lugar de atribuirlo a una divinidad.

Fig. 3.3 Jean Baptiste van Helmont consideraba que en 21 días el principio vivificador del sudor y los granos de trigo producirían ratones parecidos a los que nacían por procreación.

Las escuelas de pensamiento filosófico que tratan de explicar qué es la vida, son el mecanicismo y el vitalismo. El **mecanicismo** considera que la vida es completamente explicable en términos físicos y químicos. Un mecanicista cree que los organismos son organizaciones muy complejas de átomos (unidades más pequeñas de la materia) y moléculas (conjunto de átomos), y que las interrelaciones entre éstos pueden entenderse aplicando los métodos del químico y del físico.

El **vitalismo,** por el contrario, sostiene que la vida es la expresión de algo más que la mera interrelación de un grupo de moléculas. Es decir, que la vida surge por la presencia de una fuerza vital o de un soplo divino, o de un espíritu capaz de animar la materia inerte. A los pensadores que sostienen esta idea se les conoce como vitalistas. Un representante de esta corriente filosófica fue San Agustín, quien fundamentaba con la Biblia sus ideas sobre el origen de la vida. Obviamente reafirmaba una vez más la teoría de la generación espontánea.

¿Cómo se rechazó la idea de la generación espontánea?

"Lo vi con mis propios ojos", frase muy común cuando queremos convencer a alguien de que algún hecho es cierto. Sin embargo, el conocimiento científico exige algo más que ver, requiere de procedimientos, esto es, de la observación y la experimentación. En 1668, el médico italiano Francesco Redi (1626-1697) diseñó un experimento muy simple, pero definitivo. Colocó pedazos de carne en dos recipientes separados, cubrió uno de ellos con una rejilla delgada de metal, y el otro lo dejó abierto. El recipiente abierto sirvió como control y el frasco cubierto como experimental.

Fig. 3.4 Experimento de Redi que demostró la falsedad de la teoría de la generación espontánea.

Redi afirmaba que si las moscas surgían de la carne descompuesta, entonces debían aparecer en la carne de ambos recipientes, tanto en el descubierto como en el cubierto. Al cabo de unos días, la carne se descompuso en los frascos. El frasco destapado tenía muchos gusanos sobre la carne, pero el frasco tapado no los tenía. Redi observó "huevecillos" de mosca en la rejilla y concluyó que las larvas blancas de la mosca en la carne no se generaban espontáneamente a partir de la carne en putrefacción, sino de las larvas que las moscas depositaban sobre ella (figura 3.4)

Después de la publicación de la obra de Redi, Anton van Leeuwenhoek realizó con su microscopio las primeras observaciones de microorganismos. Describió gran diversidad de "animáculos vivos" en el agua de lluvia conservada al aire libre, en variadas infusiones y en excrementos. Sus observaciones explicaron que los organismos habían sido transportados por el aire del ambiente y rechazó la generación espontánea de los animáculos que observó y describió.

Las observaciones de Leeuwenhoek fueron confirmadas por Louis Joblot (1645-1723), quien llevó a cabo experimentos similares a los de Redi, pero a escala microscópica, es decir, con microorganismos. Publicó sus resultados aunque no tuvieron aceptación y pronto fueron olvidados.

George Leclerc, conde de Buffon (1707-1788) creía que en la naturaleza había gérmenes de la vida que según él, se dispersaban con la descomposición de las sustancias orgánicas y eran capaces de unirse de nueva cuenta para formar microbios.

Scanned with CamScanner

ACTIVIDAD

Experimento de Francesco Redi

Introducción: La observación y experimentación son procedimientos de la investigación científica que ponen a prueba las hipótesis que se plantean sobre un problema específico. Francesco Redi diseñó un experimento comparativo para demostrar la inexistencia de la generación espontánea. En esta actividad tendrás la oportunidad de repetir los experimentos que realizó este científico y que rechazaron la generación espontánea.

Objetivo: Que realices el experimento de Redi para comprobar la inexistencia de la generación espontánea.

Formen un equipo de cinco compañeros y realicen la siguiente actividad.

Problema: ¿Los seres vivos se originan espontáneamente?

¿Cuál es tu respuesta tentativa al problema?

Hipótesis:

Procedimiento:

1. Esterilicen los frascos en autoclave o en la olla de presión a 1.5 atmósferas durante 25 minutos; después déjenlos en el laboratorio durante ocho días. La finalidad es garantizar que los frascos no se encuentran contaminados con microorganismos.
2. Coloquen en los tres frascos un cuarto de plátano y media guayaba con 100 ml de agua. Tapen el frasco A herméticamente con tapa metálica; tapen firmenente el frasco B con una doble capa de gasa; el frasco C, déjenlo destapado.
3. Transcurridos 8 días observen los frascos para comprobar la presencia o ausencia de gusanos, moscas o cualquier otro organismo en ellos. También pueden investigar la presencia de moho y **bacterias**, haciendo preparaciones en fresco o fijas al calor, teñidas con azul de metileno y observándolas al microscopio con los objetivos de 40X y 100X. Antes de observar con el objetivo de 100X, coloquen una gota de aceite de inmersión en el cubreobjetos.

   En el frasco B (tapado con malla, previamente estéril) ¿qué encontraron? ¿cómo interpretan su presencia?
4. Resultados y conclusiones. En una tabla como la de la parte inferior de esta página, anoten sus observaciones.
5. Para el análisis y discusión de resultados, contesten las preguntas que se presentan a continuación.

   En el frasco A (herméticamente cerrado y estéril) ¿cómo explican los resultados obtenidos?

   En el frasco C (abierto y estéril) ¿qué organismos observan?

Material:

- Microscopio óptico.
- *Autoclave u olla de presión.
- Estuche de disección.
- Portaobjetos y cubreobjetos.
- 3 frascos de vidrio de boca amplia que resistan la temperatura.
- Gasa e hilo.
- Azul de metileno.
- **Aceite de inmersión.
- Plátanos y guayabas o cualquier otra fruta o verdura maduros.

Nota: Para evitar el mal olor de la carne descompuesta se reemplazará con fruta madura.

* *Autoclave* es un aparato de doble pared gruesa y con cierre hermético, lo que le permite resistir altas presiones. La esterilización en este aparato consiste en que la temperatura de ebullición del agua aumenta con la presión.

** El aceite de inmersión generalmente es aceite de cedro, deja entrar al objetivo un ángulo de rayos de luz más amplio y, por lo tanto, logra una imagen más definida.

Presencia o ausencia de	Frasco "A"	Frasco "B"	Frasco "C"
Gusanos			
Moscas			
Moho			
Bacterias			

Scanned with CamScanner

6. Pueden apoyarse en las siguientes hipótesis para obtener conclusiones del experimento realizado ¿cuáles confirman y cuáles rechazan?
   - Los organismos vivos se originan espontáneamente de la materia orgánica
   - ¿Son parásitos que se encontraban dentro de la fruta?
   - ¿Se originaron por cambios rápidos a partir de microorganismos del ambiente que cayeron en los frascos?
   - ¿Se originaron a partir de organismos (o partes de ellos) que se encontraban en la fruta y ahí se reprodujeron?
7. Con ayuda de su profesor, discutan los errores en la observación y sus posibles causas.

Cuestionario:

1. ¿Qué observan en el frasco tapado con malla?
2. ¿Cómo reconocen que las larvas o gusanos provienen de las moscas?
3. ¿Qué cambios se harían en el experimento para comprobar totalmente que no es válida la generación espontánea?

1.2 Los experimentos de Needham y Spallanzani

John Needham (1713-1781), naturalista galés, amigo de Buffon, llevó a cabo numerosos experimentos para confirmar las ideas de Redi. Colocó caldo de carne en varios recipientes y los hirvió para esterilizarlos, después los selló herméticamente. Aun hervidos, los caldos se llenaron de microorganismos, por eso concluyó que una fuerza vital los originaba.

Otros experimentos refutaron totalmente la teoría de la generación espontánea, y esos fueron los de Lázaro Spallanzani (1729-1799), biólogo italiano, quien repitió los experimentos de Needham, pero antes selló los frascos y los hirvió por más tiempo. En éstos no se desarrollaron microorganismos.

La diferencia entre ambos experimentos es clara: mientras que Spallanzani esterilizó y selló adecuadamente los cultivos, Needham tuvo serias deficiencias en ambas partes de su experimento, lo que permitió que algunos microorganismos sobrevivieran y que otros entraran posteriormente para reproducirse.

Spallanzani y Needham establecieron una viva polémica acerca de las posibles deficiencias en ambos experimentos. Para uno era demasiado débil el calentamiento para provocar la esterilización y para el otro era tan fuerte que destruía la "fuerza vital" contenida en la materia orgánica del caldo nutritivo. Esta polémica duró casi un siglo y muchos científicos de la época adoptaron diferentes posturas hasta que Louis Pasteur entró en escena.

1.3 Aportaciones de Louis Pasteur a la teoría de la biogénesis

Louis Pasteur, científico francés, se basó en técnicas ya utilizadas por otros investigadores y logró aspirar el aire a través de un tapón de algodón contenido en un tubo. Después, observó y analizó en el microscopio las partículas adheridas al algodón. Encontró en ellas miles de esporas correspondientes a microorganismos idénticos a los microbios habituales.

De esta forma, Pasteur demostró que el aire contiene multitud de microorganismos que pueden contaminar todo el ambiente, desde las manos del investigador hasta los materiales del laboratorio. Con estas bases ideó una técnica experimental para esterilizar el caldo de carne sin que perdiera el contacto con el aire después de ser hervido (esterilización).

Su diseño consistió en utilizar matraces: en uno con cuello recto vació caldo de carne; a otro le deformó el cuello calentándolo, dando una forma de S. Después hirvió el contenido del matraz hasta producir una corriente de vapor de agua y al final de este tratamiento, el contenido del caldo nutritivo permaneció sin cambio.

Scanned with CamScanner

Fig. 3.5
Experimento de Pasteur con matraces diseñados por él. Con éstos comprobó que no existía la generación espontánea.

Las gotitas de agua atrapadas en el tubo en forma de S y el peso de los microorganismos impidieron la entrada de los microbios del aire, quedando depositados en la curva del cuello y sin llegar al caldo nutritivo. El líquido nutritivo, aislado de microorganismos del aire, quedó indefinidamente estéril. Si el cuello del matraz se cortara, los microbios entrarían con facilidad al caldo nutritivo y con ello se contaminaría rápidamente (figura 3.5). Eso demostró que la generación espontánea no existe y que los seres vivos provienen de otros seres igual que ellos (biogénesis).

1.4 La teoría de Oparin-Haldane

Las ideas sobre el origen de la vida se basan en cambios de los procesos químicos, no biológicos, que de materia inorgánica simple originaron compuestos orgánicos complejos y, de éstos, las reacciones químicas que caracterizan el metabolismo de los seres vivos.

Hipótesis de la síntesis prebiótica

A principios del siglo XX, Alexander Ivanovich Oparin (1894-1980), bioquímico ruso, planteó una hipótesis sobre los procesos químicos en mares antiguos que dieron origen a la vida. Él sostuvo que los seres vivos están formados por sustancias orgánicas complejas, las cuales se formaron con unidades de sustancias más pequeñas (figura 3.6).

Fig. 3.6
Oparin, padre de las actuales teorías sobre el origen de la vida.

Oparin sabía que los sistemas de moléculas orgánicas en los organismos están en una cápsula o rodeados por unidades independientes. Estas unidades son las células, las unidades de los seres vivientes.

La hipótesis de Oparin plantea que una gran cantidad de reacciones químicas ocurrieron entre los compuestos de la atmósfera y los mares antiguos, durante millones de años. En la atmósfera existían gases como metano, amoniaco, dióxido de carbono y otros más (sin oxígeno libre); además, éstos interaccionaban con fuentes de energía como descargas eléctricas, calor de las erupciones volcánicas, rayos ultravioleta, y otros que produjeron la combinación de compuestos más complejos que luego cayeron al mar. En este medio acuático se llevaron a cabo otras reacciones que formaron moléculas más complejas. De esta manera pudieron formarse los primeros **aminoácidos** (unidades de las proteínas) y las bases nitrogenadas (unidades de los ácidos nucleicos): ADN y ARN.

Por una serie de reacciones se formaron proteínas que actuaron como catalizadores orgánicos y con ellos lograron producir otras proteínas y cadenas más largas de ADN con posibilidades de duplicarse a sí mismas.

En síntesis, a partir de reacciones químicas de moléculas simples se formaron compuestos más complejos. Asimismo, Oparin concluyó que los primeros compuestos orgánicos se formaron **abióticamente** en la superficie del planeta. También sugirió que la energía utilizada en estas reacciones provino de la energía eléctrica de los relámpagos, la energía radiante del sol, la energía térmica de los volcanes y la energía que proviene de la desintegración de sustancias radiactivas, que probablemente eran muy abundantes.

La hipótesis del origen de la vida postulada por Haldane fue muy semejante a la de Oparin. Para Haldane la Tierra tuvo inicialmente una atmósfera sin oxígeno en la que prevalecían dióxido de carbono, amoniaco y agua. Estos compuestos, al reaccionar con los rayos solares, darían origen a los compuestos necesarios para la formación de proteínas.

Scanned with CamScanner

1.5 Urey y Miller ponen a prueba la hipótesis de la síntesis prebiótica

A mediados del siglo xx, los científicos estadounidenses Harold C. Urey y Stanley L. Miller, basados en las explicaciones de Oparin, propusieron que las reacciones ocurridas al azar pudieron producir sustancias complejas. Para comprobarlo diseñaron un aparato donde circulaba una mezcla de amoniaco, metano, hidrógeno y vapor de agua (compuestos químicos que supusieron formaban la **atmósfera primitiva**), a los cuales aplicaron descargas continuas, simulando la energía proveniente de los relámpagos. Los resultados fueron interesantes: se produjeron moléculas complejas como diversos aminoácidos, urea, ácido acético, formol, ácido cianhídrico (véase Cianuro de hidrógeno) y hasta azúcares, lípidos y alcoholes; moléculas complejas similares a aquellas cuya existencia había postulado Oparin. A estos experimentos acerca del origen de los primeros compuestos orgánicos, se les denominó **síntesis prebiótica** —no producidos biológicamente— (figura 3.7).

Estos experimentos confirmaron que a partir de moléculas sencillas se formaron otras más complejas. Además, Oparin describió cómo pudieron ser separadas del ambiente acuático por medio de membranas, formadas por lípidos o grasas. A las agrupaciones de moléculas aisladas por una membrana las denominó **coacervados** (figura 3.8), las cuales pueden intercambiar materiales con el ambiente, tal como lo hacen las células.

Otros experimentos de síntesis prebiótica, similares a los de Urey y Miller, fueron los de Cyril Ponnamperuma. En éstos se lograron formar compuestos como las bases nitrogenadas, el cianuro de hidrógeno y el formaldehído, a partir de los cuales pueden originarse otros compuestos más complejos que son parte de todos los seres vivos.

Otros investigadores, como Sidney W. Fox, han logrado formar ciertas gotas que incluían moléculas orgánicas complejas, separadas del medio, a las que llamaron microesférulas y liposomas. Las membranas de las microesférulas pueden estar formadas por una sola capa de lípidos, aunque al aumentar la acidez del medio externo suelen formar una capa doble, semejante a las membranas naturales. Estas gotas pudieron ser las precursoras de las primeras células en la Tierra.

¿SABÍAS QUE?

Louis Pasteur había trabajado en problemas de acidificación de la leche, de la fermentación de la uva (transformación del azúcar en alcohol) y de la alteración del vino en vinagre. Estas experiencias le permitieron diseñar, en 1864, una serie de experimentos que acabaron por negar la teoría de la generación espontánea y dio origen a la teoría de la biogénesis.

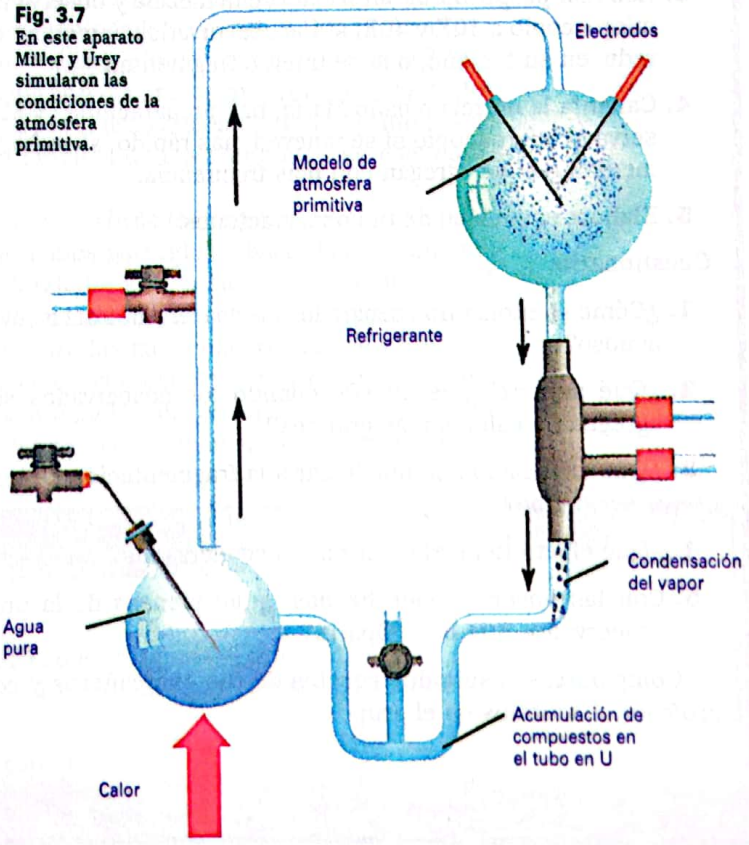


Fig. 3.7 En este aparato Miller y Urey simularon las condiciones de la atmósfera primitiva.

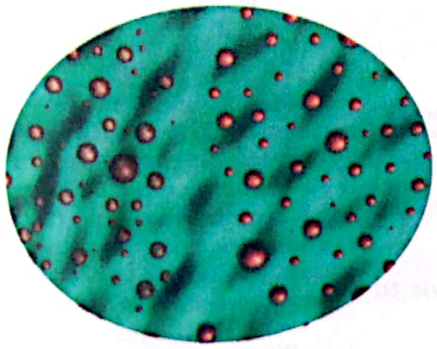


Fig. 3.8 Los coacervados se pudieron formar, en el mar primitivo, por agregación de compuestos que formaron microesférulas.

ACTIVIDAD

Formación y modificación de agregados de materia orgánica separados del agua: coacervados

Objetivo: Que compruebes si los coacervados pueden o no tener cambios en su tamaño mediante intercambio de sustancias.

Problema a resolver: ¿Los coacervados intercambian sustancias en un medio acuoso?

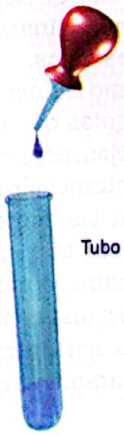
Hipótesis: Si los coacervados intercambian sustancias a través de las membranas o se unen dos para formar uno solo, entonces se puede inferir que hay una especie de alimentación y excreción, y se podrán observar cambios en su tamaño.

Material:

- Microscopio óptico.
- Portaobjetos y cubreobjetos.
- 2 vasos de precipitados de 500 mL.
- Agitador, goteros y tubos de ensayo.
- Sustancias: grenetina, goma arábiga, gasolina, aguarrás, clara de huevo, aceite de cocina, miel de abeja y ácido clorhídrico.

Procedimiento:

1. Mezcla en un tubo de ensayo 5 mL de solución de grenetina (proteína) al 1.5 %, y 3 mL de solución de goma arábiga (carbohidratos) al 1.0%, agrega con cuidado unas gotas de ácido clorhídrico y agita la mezcla hasta que se enturbie.
2. Si no es posible conseguir los compuestos para la mezcla anterior, prepara la siguiente mezcla: agrega en un vaso de precipitados 100 mL de agua, 10 mL de gasolina o aguarrás, 1 mL de clara de huevo, 1 mL de aceite de cocina y 1 mL de miel de abeja, agita la mezcla vigorosamente. Recuerda las sustancias que se te indican en los puntos 1 y 2.
3. Haz una **preparación en fresco** de la mezcla y observa al microscopio a 10X y 40X, si los coacervados aumentan o reducen su tamaño, o si se unen o fragmentan.
4. Calienta la mezcla a baño María, haz preparaciones y observa al microscopio si se mueven más rápido, si se fragmentan o si se agregan con más frecuencia.
5. Elabora esquemas de tus observaciones.



Cuestionario:

1. ¿Cómo se encuentran separados los coacervados del medio acuoso?
2. ¿Qué supones que sucede cuando los coacervados se agregan en esferas más grandes?
3. ¿Qué explicación se puede dar a la fragmentación de los coacervados?
4. ¿Qué efecto tiene el calor en los coacervados?
5. Con las observaciones hechas, ¿qué piensas de la propuesta de los coacervados que hace Oparin?

Compara tus resultados con los de tus compañeros y con ayuda de tu profesor, discútelos en el grupo.

Vaso de precipitados

Scanned with CamScanner

La científica estadounidense Lynn Margulis ha dedicado su vida a investigar el origen de las primeras células sobre la Tierra y su relación directa con aquellas que presentan núcleo, llamadas células **eucariontes.** Ella propuso la hipótesis de la **simbiogénesis** (o endosimbiosis), en la que plantea que las células eucariontes se formaron, probablemente, por la **simbiosis** de células primitivas sin membranas que rodearon su núcleo y sus organelos, conocidas como **procariontes** (figura 3.9).

Margulis y otros investigadores suponen que microorganismos independientes se unieron, primero por casualidad y después formando asociaciones más constantes. Con el tiempo, algunas de esas asociaciones llegaron a permanecer unidas, formando una sola célula más completa, que abarcaba las dos o más células que se apoyaban entre sí. Los científicos concuerdan en que quizá no sabremos realmente cómo se originó la vida, pero es un gran avance tener una explicación lógica y fundamentada sobre la aparición de las eucariontes a partir de células procariontes y que da cuenta de las posibles causas de los cambios.

Fig. 3.9
Lynn Margulis propuso la teoría de endosimbiosis.

1.6 Panspermia

La panspermia incluye todas las teorías que sostienen que el origen de los seres vivos está en **gérmenes** que se distribuyen en el espacio. Anaxágoras (siglo v a.n.e.) fue el primero en proponer este término para explicar la aparición de los organismos en el barro. Él pensaba que gérmenes del éter, o espérmatas, fecundaban el lodo. Arrhenius (1859-1927), en la segunda mitad del siglo XIX, concibió la idea de que las esporas de gérmenes o bacterias pudieron haber llegado desde el espacio.

Otros estudios muestran que existen restos de meteoritos con abundante materia orgánica. Se cree que el meteorito Murchison, con una edad de 4 500 millones de años y descubierto en Australia en 1969, se compone de materia similar a la que formó la Tierra. Además, el meteorito contiene compuestos parecidos a las grasas que son capaces de formar membranas similares a las de las células, un requisito esencial para las primeras células vivas. La materia de este meteorito posee muchos de los componentes esenciales que se necesitan para la vida.

También en los meteoritos que provienen de la superficie de Marte y que cayeron en la Antártida hace 13 mil años, se han encontrado bastoncillos parecidos a bacterias, aunque mucho más pequeños, lo cual hace suponer que en Marte hubo vida hace muchos millones de años. Estos hallazgos no son aceptados por toda la comunidad científica como una evidencia de vida, debido a que hay muchas diferencias entre las moléculas orgánicas y los seres vivos, y porque no explicaría el origen de los seres vivos en el planeta; sin embargo, coinciden en que estas moléculas orgánicas, esenciales para la vida, se encuentran en muchos lugares del Universo, como los aminoácidos que forman las proteínas, y los nucleótidos que constituyen los ácidos nucleicos.

ACTIVIDAD

Un debate científico

Objetivo: Que participes en un debate científico sobre el tema del origen de la vida.
Previamente investiguen en diferentes fuentes lo relacionado con las tres teorías sobre el origen de la vida.

1. Formen tres equipos de cinco compañeros cada uno.

2. Elijan a un moderador del debate.

Scanned with CamScanner

3. Elijan a cuatro secretarios que tomen nota de las aportaciones de cada equipo.

4. El profesor asignará a cada equipo una de las tres teorías sobre el origen de la vida: generación espontánea, síntesis prebiótica y la panspermia. Cada equipo deberá conocer los aspectos más relevantes de la teoría seleccionada, la defenderá con argumentos a su alcance y generará argumentos en contra de las otras teorías. Se recomienda que las escriban en una tarjeta para que puedan tener la información durante el debate. Pueden exponer dos o tres integrantes del equipo. Los alumnos que no expongan, atenderán las preguntas y dudas que surjan en el debate y apoyarán con información a los expositores.

5. El alumno que representará al moderador guiará el debate hasta que cada equipo elabore sus conclusiones. Se recomienda que el moderador elabore preguntas que surjan respecto a las diferentes teorías que se exponen y las plantee al equipo correspondiente.

6. Los secretarios expondrán la síntesis de los argumentos para cada teoría, y se discutirá cuál es la más congruente.

7. Los alumnos que no participen directamente en el debate utilizarán la información obtenida de los ponentes para elaborar un cuadro comparativo de las teorías expuestas.

8. Todos los alumnos del grupo elaborarán una reflexión del tema y cómo se relaciona con los avances científicos de las épocas en que surgieron dichas teorías.

Sugerencias bibliográficas:

Alexander, P., M. J. Bahret, J. Chaves, G. Courts y N. S. D'Alessio. *Biología.* Prentice Hall, México, 1992.

Audesirk, T y G. Audesirk. *Biología 3. Evolución y Ecología.* Prentice Hall-Hispanoamericana, México, 1996.

Margulis, L. *El origen de la célula.* Reverté, México, 1986.

Raulin, F. *Conocer la ciencia. La aparición de la vida.* RBA, Barcelona, 1994.

Scanned with CamScanner

LECCIÓN 2

2. Las eras geológicas

2.1 Información a través de los fósiles

La reconstrucción de los hechos biológicos pasados ha sido investigada por muchos científicos de todo el mundo. Darwin, por ejemplo, reunió fósiles que aportaban información sobre los organismos a los cuales pertenecían o que los formaron, y revelaban formas no existentes en la actualidad. Pero el registro fósil no es completo debido a que no todos los restos o huellas se conservan o son descubiertos, por lo que es muy difícil hacer toda la historia evolutiva de una especie actual. Se tienen registros fósiles de partes de plantas y de animales que datan de hace 600 millones de años.

Sin embargo, muchos organismos microscópicos no dejaron huella de su existencia y, según Lynn Margulis, las primeras células que se formaron en la Tierra tienen una antigüedad de 3 500 millones de años. Los organismos microscópicos de aquellas épocas no se fosilizaron y sus evidencias sólo se estudian por los efectos o cambios que lograron en el ambiente, tal es el caso de los primeros seres fotosintéticos que modificaron la composición de la atmósfera; las algas que formaron los estromatolitos en las costas de Australia; además de las barreras de corales que se construyen durante millones de años y son obra de pólipos que pertenecen a los celenterados.

Las pruebas más directas de la evolución han sido aportadas por la geología y la paleontología. La geología estudia la Tierra, su origen y cambios en el tiempo, y la paleontología estudia los hallazgos fósiles que identifica y localiza en el tiempo. Con los fósiles es posible reconstruir no sólo el organismo en cuestión, sino el ambiente general en el cual se desarrolló.

La palabra **fósil** deriva del latín *fossilis*, que significa algo desenterrado. Se refiere a todas las evidencias que provienen de los organismos, ya sean partes del cuerpo de plantas o de animales que se preservan, así como las impresiones o rastros dejados por organismos y restos de partes duras de seres vivos, como caparazones, conchas y huesos o marcas de seres vivos desaparecidos; como huellas de pisada, madrigueras excavadas en el suelo, excrementos conservados en diferentes materiales del suelo como arcillas y calizas.

La **fosilización** o proceso de formación de los fósiles ocurre en ciertas condiciones que favorecen la preservación de algunos organismos que vivieron en el pasado. Las condiciones principales consisten en que los organismos presenten partes duras, o bien, que puedan escapar de la destrucción inmediata por efecto de los gases de la atmósfera, de fuerzas como el oleaje y la trituración, y de agentes biológicos como los depredadores y las bacterias.

Los especialistas ordenan cronológicamente los estratos geológicos (formados por material sedimentario), que contienen fósiles para su interpretación. Las capas de roca sedimentaria, si no se alteran, se presentan en el orden en que se fueron disponiendo; mientras que las capas más recientes están en la superficie, por encima de la de formación más antigua (figura 3.10). Pero en el transcurso del tiempo se han presentado acontecimientos geoló-

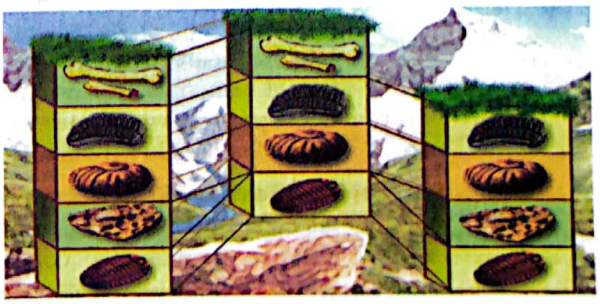


Fig. 3.10
Fósiles que ayudan a datar los estratos geológicos. Una vez que se determina la antigüedad de los fósiles de un lugar se pueden utilizar para reconocer la edad de estratos de diferentes lugares.

¿SABÍAS QUE?

Asteroides y cometas son cuerpos celestes abundantes. Aunque a veces pasen cerca de la Tierra no suelen representar un gran peligro. El seguimiento de su trayectoria es motivo de interés para la comunidad internacional de científicos, quienes trabajan en el establecimiento de una red mundial de puestos de observación para prever acercamientos y localizar los sitios en donde caen.

Scanned with CamScanner

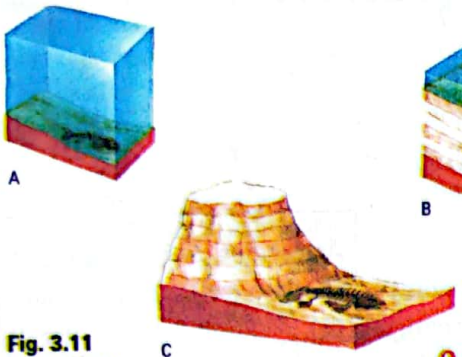


Fig. 3.11 Formación y preservación de un fósil.
A. El cadáver de un pez cae al fondo marino.
B. Capas de sedimentos, arena y fango cubren y preservan el esqueleto.
C. El terreno se eleva por encima del nivel del mar, la erosión elimina las capas que cubre el fósil y éste puede quedar al descubierto.

gicos, después de la formación de rocas, por lo que en algunos casos ha cambiado la relación de esas etapas.

Independientemente del método de preservación, lo importante es que el proceso de fosilización se haya logrado, pues permite obtener información de los organismos que han existido. La información varía, pero siempre indica que un tipo particular de organismo ha existido en un tiempo definido. Por eso se considera que los fósiles son una evidencia directa de que la evolución se ha efectuado.

2.2 Procesos de fosilización

La formación y preservación de un fósil pasa por una serie de procesos que comienzan cuando un organismo muerto es sepultado en condiciones específicas y con la concurrencia de factores que permiten su conservación, como la ausencia de oxígeno, el frío intenso, un terreno con sales minerales determinadas, su inclusión en material que evita su descomposición, etc., particularidades que favorecen su fosilización y evitan su deterioro. Los mejores fósiles se pueden formar cuando la mayor parte del organismo o sus restos se recubren pronto con partículas de suelo suspendidas en agua. Estas partículas se depositan como un sedimento alrededor de una planta o animal, que lo recubren poco a poco.

Algunos restos de animales acuáticos pueden quedar atrapados en fango, bancos de arena o planicies de lodo (figura 3.11). Los restos de los animales terrestres que vivieron en una planicie inundada y en la cual quedaron atrapados, pueden recuperarse de los sedimentos de origen acuático. Si el organismo vivió en una región árida, quedará atrapado en la arena que el viento desplaza lentamente.

Como ya se mencionó, el registro de los fósiles no es completo. Si se dispusiera de todos los seres que existieron en el pasado, la reconstrucción de su relación evolutiva sería mucho más sencilla; incluso se podría ver cómo unos organismos descienden de otros. Pero no es así, muchas regiones del planeta no propician su formación; algunos fósiles sólo son partes o restos de partes duras de organismos y las formas vivas que no tenían esqueleto dejaron sólo huellas de su existencia sobre materiales suaves que con el tiempo se fosilizaron.

Los procesos de fosilización mediante los cuales los organismos antiguos se han podido conservar son los siguientes:

a) **Sustitución o permineralización.** El proceso de sustitución es común en organismos acuáticos. Se refiere a la sustitución del material original por otro. Se inicia a partir del organismo muerto que queda depositado en sedimentos, donde los organismos muertos no son devorados por otros animales y permanecen allí sujetos a los efectos de los procesos naturales de **oxidación.** Primero, las partes blandas del cuerpo se van descomponiendo lentamente y se separan del cuerpo por filtración del agua. A medida que este proceso continúa, la capa de sedimentos que se van depositando se engrosa, cubriendo totalmente los restos del organismo. Después, las capas inferiores se convierten en roca. Con el tiempo, las partes duras del organismo pueden ser remplazadas partícula por partícula por sales minerales, constituyéndose una especie de estatua del material que sustituyó los tejidos del organismo fosilizado.

b) **Petrificación.** Este proceso se lleva a cabo por impregnación de sales minerales disueltas en el agua. Las partes sólidas originales, o incluso los tejidos blandos, pueden reemplazarse por minerales como la pirita de hierro, el sílice y el carbonato de calcio que se infiltran en los tejidos muertos, a diferencia del proceso de sustitución en el que las partes blandas se descomponen.

Por ejemplo, la impregnación de la madera por ópalo dio lugar a bosques petrificados en el sur de Estados Unidos. Por este proceso, algunas veces en las partes que fueron blandas pue-

Scanned with CamScanner

den verse hasta los detalles más delicados de las células, se pueden formar moldes internos y externos. Los moldes internos (a manera de impresiones) se forman por el endurecimiento del material que rodea a un organismo muerto, después se deseca y se eliminan los tejidos. Los moldes externos son réplicas de las estructuras originales y se forman cuando el molde se vacía y se llena con minerales que se endurecen (figura 3.12).

Fig. 3.12
Tronco de árbol petrificado en Glasgow, Escocia.

c) **Impresiones y huellas.** Pueden presentarse cuando las partes duras de los organismos se disuelven completamente por efecto del agua circulante, dejando los moldes de las partes internas o externas del organismo; por ejemplo, las huellas de pisadas en lodo suave, que posteriormente se endurecen. A partir de estos residuos, los paleontólogos pueden reconstruir parte de la estructura y el movimiento del animal que las originó (figura 3.13).

Fig. 3.13
Huellas de dinosaurio.

d) **Compresión carbonosa.** El material orgánico es sepultado por sedimento haciendo una gran presión, se pierden todos los átomos excepto los de carbono, que quedan presionados por las capas sedimentarias que cubrían al organismo y se forma un "dibujo" de carbono sobre la roca, es decir, se produce la carbonización.

En casos excepcionales se ha logrado conservar el material original del organismo muerto. Un ejemplo es el mamut congelado en Alaska (figura 3.14). Otro ejemplo de preservación del organismo completo es el de los insectos conservados en ámbar —resina de coníferas— (figura 3.15).

Fig. 3.14
Mamut congelado hallado en Alaska.

2.3 Técnicas de fechamiento de fósiles

Hasta la primera mitad del siglo xx, para calcular la edad de los fósiles, se medía el grosor de la capa que los contenía y se calculaba el tiempo necesario para su formación. Después, con el descubrimiento de las sustancias radiactivas (isótopos) y sus transformaciones en el transcurso del tiempo, se pudieron estimar con más precisión la antigüedad de las capas geológicas y de los fósiles que en ellas se encontraban.

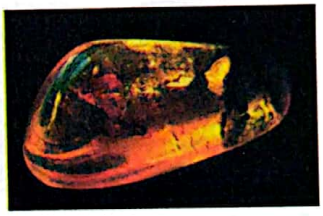


Fig. 3.15
Fósil de insecto conservado en ámbar.

Las sustancias radiactivas emiten energía o partículas, o ambas, que pueden medirse. Cada uno de los isótopos tiene su propia tasa de desintegración que se llama *vida media* del isótopo. Esta vida media medida en años, meses, días o segundos, es el tiempo requerido para la desintegración de la mitad de los átomos de una muestra dada. Así, conociendo la vida media de un isótopo, se puede determinar la edad de un fósil midiendo la cantidad de isótopo que queda todavía.

Entre las sustancias radiactivas que se usan para materiales más antiguos figuran el uranio y el potasio. En la tabla de la página siguiente se presenta una serie de elementos radiactivos iniciales, y el elemento final inactivo que se relaciona con éste después de procesos de cambio y desintegración.

Scanned with CamScanner

Métodos de fechamiento radiométrico

Elemento inicial	Elemento final	Vida media (años)	Observaciones
Rubidio ^{87}	Estroncio ^{87}	$47\,000 \times 10^6$	Fecha de rocas muy antiguas de cualquier tipo.
Uranio ^{238}	Plomo ^{206}	$4\,510 \times 10^6$	Cualquier roca. Se puede combinar con el método uranio-plomo^{207}, y obtener una mayor precisión en las mediciones.
Uranio	Plomo ^{207}	713×10^6	Para rocas u objetos posteriores al precámbrico.
Potasio ^{40}	Argón ^{40}	$1\,300 \times 10^6$	El método más utilizado en cenizas volcánicas y lava.
Argón ^{39}	Potasio ^{39}	269	Para edades de agua o hielo inferiores a mil años.

La mayoría de los elementos que se encuentran en la naturaleza son mezcla de varios isótopos. Algunos de éstos, por ejemplo, los de la lista de la primera columna son radiactivos, emiten partículas nucleares y se transforman en otros elementos (segunda columna).

El carbono 14 es un elemento radiactivo que se utiliza para conocer la edad de materiales orgánicos recientes. Este método se aplica en una muestra del fósil cuya edad se va a determinar, analizando dos isótopos del carbono, el C^{14} que se ha transformado en C^{12}. Cuanto más tiempo haya transcurrido desde la muerte del organismo, mayor será la cantidad de carbono C^{14} que se ha transformado en C^{12} por pérdida de energía y partículas y, en consecuencia, la relación C^{14} a C^{12} será necesariamente menor. Utilizando la velocidad de conversión de C^{14} a C^{12} (que ya se conoce), es posible calcular la edad de los fósiles. Este dato no es totalmente exacto, pero el error es pequeño, por lo que la técnica es valiosa (figura 3.16).

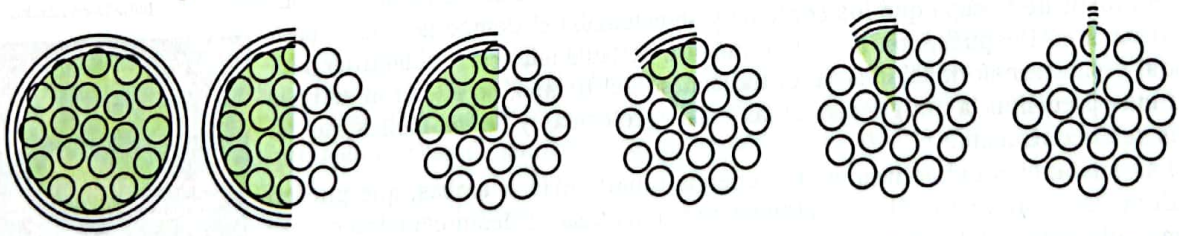


Fig. 3.16 El sombreado representa la proporción de carbono 14 que se retiene según la edad del fósil y la parte clara, al carbono 12.

No es posible definir la edad de todos los fósiles con el empleo de métodos radiactivos, pero existen otros métodos. Se ha descubierto que algunos materiales fósiles solamente se encuentran en rocas de una época determinada; a estos fósiles se les da el nombre de especies indicadoras. Una vez que se ha determinado la edad de varias de las rocas que contienen estas especies, mediante métodos radiactivos, las especies indicadoras encontradas pueden utilizarse para identificar rocas de la misma época.

ACTIVIDAD

Fósiles

Introducción: Los fósiles de organismos más primitivos se encuentran en capas geológicas o estratos más antiguos y los fósiles de organismos más complejos se encuentran en capas geológicas más recientes. Con frecuencia, las capas de roca pueden ser fechadas por el tipo de fósiles que contienen.

Objetivo: Que interpretes los datos de restos fósiles encontrados en diferentes capas geológicas.

Procedimiento: Observa las formaciones rocosas del esquema y los organismos que presentan, después contesta lo siguiente.

Scanned with CamScanner

1. Nombra cada capa con una letra, por ejemplo: la capa superior con la letra A, la segunda con la letra B, la tercera con la letra C y así hasta la letra F.
2. Describe la capa que consideres más reciente, tomando en cuenta su grosor y el número de fósiles que presenta. Anótalo en tu cuaderno.
3. Explica cómo es el registro fósil en esa capa (abundante o escaso) en comparación con las otras.
4. Describe la capa que consideres más antigua, también considera su grosor y los fósiles que presenta.
5. Contesta las siguientes preguntas:

   ¿Qué capa presenta mayor diversidad de fósiles?

   ¿Cuál es la capa que presenta restos fósiles de grandes animales (saurios)? ¿Es reciente o antigua? Explica.
6. Describe los fósiles de la capa que vivieron en el agua.
7. Escoge alguna de las capas e intenta suponer el proceso de fosilización al que estuvieron sujetos los organismos. Describe el proceso.

Con ayuda de tu profesor intercambia observaciones con tus compañeros de clase.

2.4 Criterios para la división de las eras geológicas

Los geólogos investigan y describen la historia de la Tierra y dado que los fósiles se encuentran generalmente en las rocas sedimentarias, la geología y la paleontología tienen estrecha relación.

Las divisiones principales del tiempo geológico se basan en las etapas en las que el registro de las condiciones del planeta presentan variaciones bruscas, debido a cambios atmosféricos, climáticos, geológicos, cataclismos u otras causas que afectaron a grandes grupos de animales y plantas hasta su extinción, o bien por la aparición y diversificación rápida de algún grupo particular.

Los sedimentos de la corteza terrestre incluyen cinco estratos rocosos básicamente. Cada estrato se divide en estratos menores. Los cuales se formaron por acumulación de lodo y arena en el fondo de los océanos, mares y lagos. Cada uno contiene fósiles característicos, que sirven para identificar los depósitos formados de manera casi simultánea en diferentes partes de la Tierra.

La tabla de tiempo geológico resume la historia de la vida. Está basada en el registro de fósiles encontrados en rocas de la corteza terrestre de diferentes edades. Las divisiones más antiguas se presentan en la parte inferior de la tabla y las divisiones más recientes en la parte superior; ya que las nuevas rocas se depositan sobre las ya existentes, como se explicó anteriormente.

Los intervalos mayores se llaman eras, que a su vez se dividen en periodos y épocas. Entre una era y otra se ubican alteraciones geológicas ampliamente distribuidas, que además sirven para distinguirlas entre sí, que modificaron la distribución de los organismos terrestres y marinos, y pueden haber propiciado la extinción masiva de muchas formas de vida. La elevación y descenso de algunas capas de la corteza terrestre son resultado de movimientos lentos de las enormes placas que conforman la corteza.

La era Arqueozoica abarca el tiempo geológico desde que se originaron las primeras células procariontes, hasta los primeros seres pluricelulares eucariontes.

¿SABÍAS QUE?

En el Instituto de Geología de la UNAM trabaja un grupo de paleontólogos que buscan, rescatan y estudian fósiles de dinosaurios del periodo Cretácico (hace alrededor de 70 millones de años) en el estado de Coahuila. En México se han descubierto muchos sitios con huesos, impresiones de piel y pisadas de dinosaurio muy bien conservados.

Scanned with CamScanner

Fig. 3.17 Representación de la escala de tiempo geológico, muestra la gran diversidad de formas ancestrales y recientes.

En la era Paleozoica surgieron animales marinos con exoesqueleto, es decir, cubiertos por conchas o placas; posteriormente, evolucionaron los vertebrados marinos y los insectos. Las plantas empezaron a invadir la tierra firme, luego los animales. Las plantas lograron una gran diversificación y formaron abundantes comunidades del tipo de las selvas. Surgieron también los anfibios, y de éstos evolucionaron los reptiles (figura 3.17).

En la era Mesozoica se diversificaron los reptiles. Entre éstos destacaron los grandes saurios; de un grupo de reptiles evolucionaron las aves. También surgieron las plantas con flores. Al final de la era empezaron a surgir los grandes mamíferos.

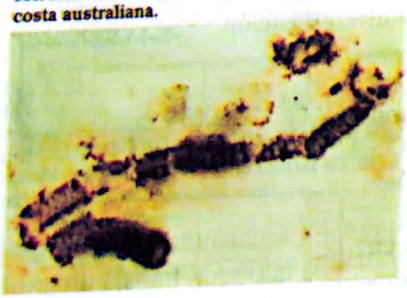
La era Cenozoica se caracteriza por presentar gran diversidad de mamíferos. Evolucionaron plantas y animales muy parecidos a los actuales. Al final de esta era evolucionó el ser humano y desarrolló las características únicas de su especie: la inteligencia asociada al habla y su desarrollo social y cultural.

2.5 La vida en las diferentes eras geológicas

Resulta difícil imaginar las magnitudes de tiempo que se atribuyen a las diferentes eras geológicas, pues nuestro ciclo de vida no llega a 100 años. No obstante, Carl Sagan, notable científico estadounidense, explicó la serie de acontecimientos que describen el origen del Universo, de la Tierra y la evolución de los seres vivos utilizando como modelo un calendario anual en el que, proporcionalmente, al ser humano le corresponde parte del último día del mes de diciembre.

Se ha calculado que hace 3 800 millones de años se formaron las primeras células en los océanos primitivos, de las cuales no se tiene registro fósil. Los **microfósiles** más antiguos se parecen a los microorganismos conocidos actualmente como cianobacterias (figura 3.18). Las cianobacterias (también llamadas algas verdeazules) son seres vivos muy sencillos. Lynn Margulis propone que a partir de un grupo parecido a las bacterias (células primitivas o procariontes) evolucionaron las cianobacterias y todos los organismos conocidos como eucariontes, que se estudiarán más adelante.

Fig. 3.18 Microfósiles de bacterias o algas cianofíceas, que se conservaron en los estromatolitos de la costa australiana.



Margulis propuso una división del tiempo geológico en cuatro **eones** con lapsos de miles de millones de años: Hadeano, Arqueano, Proterozoico y Fanerozoico. En este último se incluyen las eras Paleozoica, Mesozoica y Cenozoica y éstas a, su vez se dividen en periodos.

Es importante reconocer que la escala del tiempo geológico incluye eventos de formación del sistema solar hace 5 000 millones de años y todos los acontecimientos subsiguientes sobre el calentamiento de la Tierra hace 4 500 y 3 800 millones de años (periodo conocido como **Eón Hadeano**), como la diferenciación del manto y núcleo de la Tierra, la formación de la corteza y la hidrosfera terrestre (figura 3.19).

Fig. 3.19 Eón Hadeano abarca desde la formación de la Tierra hasta la estabilización relativa de la corteza terrestre.

En el **Eón Arqueano**, hace 3 800 y 2 600 millones de años, se tiene registro de las rocas más antiguas, la formación de los núcleos de los continentes y la de los grandes océanos. En este Eón se ubica el origen de la vida, la presencia de microfósiles más antiguos (formas microscópicas parecidas a las células bacterianas actuales) y fósiles de cianobacterias.

Los investigadores reconocen la era precámbrica durante la cual se originó la vida, con organismos unicelulares, procariontes y heterótrofos pues no había transcurrido suficiente tiempo para el desarrollo de es-

Scanned with CamScanner

tructuras especializadas, por lo que se alimentaban de la materia orgánica que quedaba en el medio con la muerte de otros microorganismos.

Los primeros organismos microscópicos se alimentaban de compuestos orgánicos que ingerían del ambiente. Los compuestos orgánicos eran degradados a sustancias más sencillas por un proceso químico conocido como fermentación, mediante el cual producían energía química y dióxido de carbono. Este último lo eliminaban en forma de gas como producto de desecho. La energía la utilizaban en todas las reacciones químicas.

Al final del Eón Arqueano surgieron los primeros organismos **autótrofos** que absorbían el dióxido de carbono del aire y otras sustancias para producir su alimento. Los primeros autótrofos fueron bacterias que vivían en lodos del fondo de los lagos y corrientes de agua a lo largo de las costas marinas. Estos organismos fermentaban compuestos orgánicos, algunas bacterias tomaban sulfuros como fuente de hidrógeno para sus reacciones químicas y liberaban azufre en forma de gas.

Con el tiempo evolucionaron otros organismos con una maquinaria química interna capaz de tomar los hidrógenos del agua y liberar oxígeno en forma de gas. Esta maquinaria química permitió también absorber la energía luminosa, que transformaron en energía química, a partir de la cual se formó el alimento. Este proceso se conoce como fotosíntesis. Las cianobacterias fueron, probablemente, los primeros organismos que generaron oxígeno a través de la fotosíntesis.

Las bacterias que llevaban a cabo la fotosíntesis (bacterias fotosintéticas), producían su propio alimento a partir del dióxido de carbono, agua y energía luminosa. Con el tiempo hubo menos dióxido de carbono, pues los seres vivos lo absorbían, y empezó a haber mayor concentración de oxígeno. Éste es un gas altamente reactivo y descompone fácilmente los compuestos orgánicos produciendo grandes cantidades de energía.

El oxígeno se hizo más abundante y reaccionó entre sí formando el ozono. La acumulación de ozono en la atmósfera redujo la cantidad de radiación ultravioleta que llegaba a la superficie de la Tierra. Muchos organismos **anaerobios** no toleraron el oxígeno, pero otros lograron desarrollar una nueva forma de producir energía con este gas: la **respiración aeróbica**.

Se piensa que durante el Proterozoico hace 2 600 y 580 millones de años, proliferaron cianobacterias fotosintéticas. Incluso se registran los primeros fósiles de protozoarios y algas y los fósiles de animales más antiguos en los mares. Los estromatolitos son formaciones calcáreas producidas por comunidades de cianobacterias, abundantes en esa época.

El Fanerozoico se ubica hace 580 millones de años hasta nuestros días, en él se presentaron la formación de la **Pangea** y la fragmentación de las capas tectónicas en las que se encuentran fósiles de crustáceos, peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos, incluyendo al hombre (figura 3.20).

¿SABÍAS QUE?

El polen fósil es utilizado para describir las características del ambiente que existió en el pasado. El polen lo forman las plantas con flores para su reproducción, así como algunas plantas gimnospermas; es microscópico y tiene variadas formas. Visto al microscopio, la superficie del polen presenta estructuras a manera de espinas, o filamentos, o ganchos que ayudan a adherirse al cuerpo de los animales, como los insectos, y puede ser transportado a diferentes flores, donde se une al óvulo.

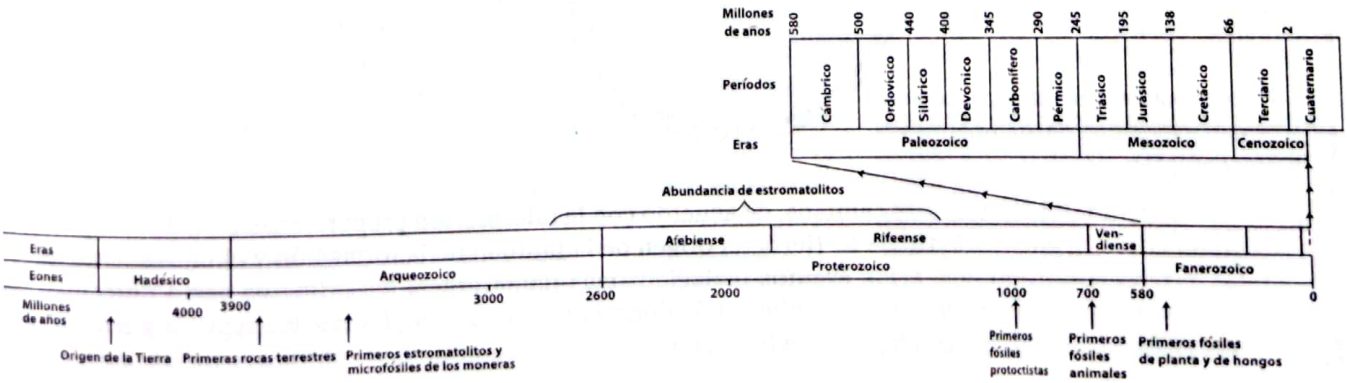


Fig. 3.20 Cronología de la historia de la Tierra.

Scanned with CamScanner

2.6 Evolución humana

Darwin tuvo gran interés en plantear el origen del hombre a partir de otros primates y dio evidencias de nuestras similitudes evolutivas con los **antropoides** actuales, hechos que ocasionaron múltiples burlas y malentendidos (figura 3.21). El parecido en la anatomía del hombre con los antropoides (gorila, chimpancé, orangután y gibón) le hizo suponer que tenemos un antecesor común, lo cual los convierte en nuestros parientes vivos más cercanos.

Los avances científicos han dado nuevas evidencias del parentesco evolutivo con los antropoides. La genética y la biología molecular aportan datos sobre la similitud hasta en 99% en el ADN de los humanos con el del chimpancé. Estos datos sugieren que compartimos un ancestro común con los chimpancés y que la línea evolutiva de los gorilas se separó hace mucho tiempo. También estos estudios de ADN explican un parentesco más cercano con los antropoides africanos (gorila y chimpancé) que con los asiáticos (orangután y gibón).

ACTIVIDAD

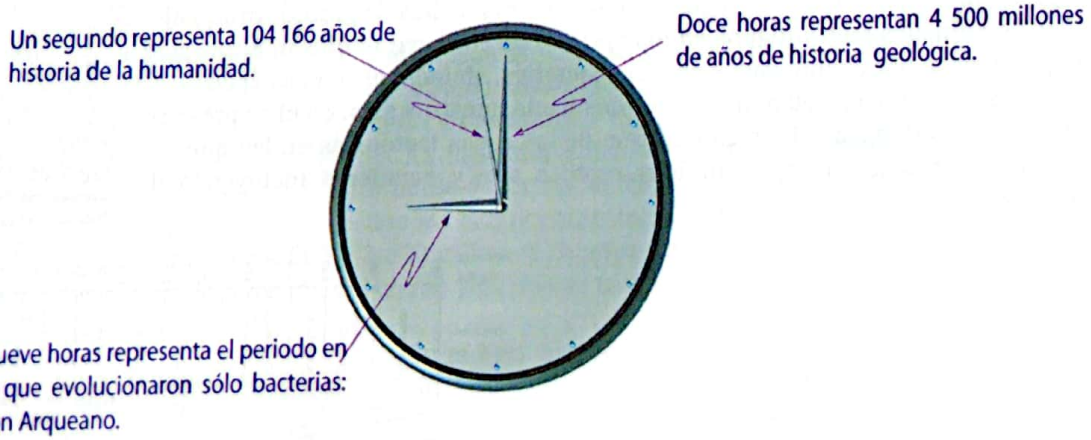
Representación del tiempo geológico

Introducción: Dado que es difícil ubicar la dimensión de los hechos ocurridos en miles de millones de años, elabora un reloj para poder asociarlos con unidades de tiempo más familiares.

Objetivo: Que construyas un reloj que represente en las 12 horas de un reloj ordinario, los principales eventos del tiempo geológico y la historia de la vida.

Procedimiento:

1. Elabora en una cartulina una carátula de reloj marcando cada hora.
2. Divide la carátula proporcionalmente en los diferentes periodos que presentaron cambios significativos desde el origen de la Tierra, con base en la escala que señala eones: Hadeano, 600 millones de años; Arqueano, 1 300 millones de años; Proterozoico, 2 020 millones de años y Fanerozoico, 580 millones de años. En la siguiente ilustración se señalan algunos eventos importantes. Puedes hacerlo, puesto que en matemáticas aprendiste a calcular las proporciones.



3. Anota en el reloj los grandes cambios, de acuerdo con la información proporcionada en el texto principal, como el enfriamiento de la Tierra, el origen de la hidrosfera, la formación y el movimiento de las placas continentales, y los eventos biológicos más importantes: los primeros seres unicelulares, los fósiles más antiguos, los fósiles de los primeros animales y plantas, los reptiles y mamíferos ya extintos y la aparición del hombre actual.

Scanned with CamScanner

Cuestionario:

1. ¿Cuál de los eones duró más tiempo? Señala en tu reloj el área que abarca.
2. ¿Hace cuánto tiempo se originaron los primeros organismos?
3. ¿En qué momento aparece el hombre actual? Explícalo con base en las horas del reloj.

Árbol filogenético de los antropoides y homínidos

Los árboles filogenéticos son representaciones gráficas que nos sirven para señalar la historia evolutiva de una especie, entre otros usos. En el caso de los antropoides y los homínidos, representa la historia evolutiva de estos grandes grupos. También establece las relaciones existentes entre ambos.

Uno de los problemas más apasionantes es el estudio de los restos fósiles, que conducen a establecer el proceso evolutivo de los humanos. Los científicos han encontrado infinidad de restos, los cuales describen y analizan, proponiendo una serie de relaciones evolutivas de forma gradual que expliquen los diferentes cambios presentados en el transcurso del tiempo.

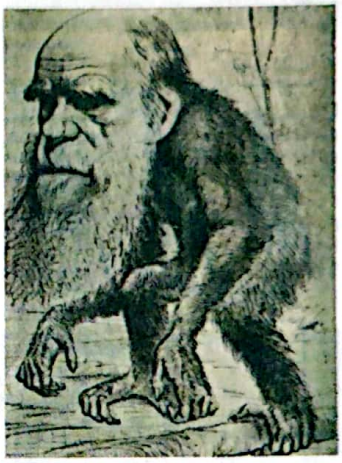


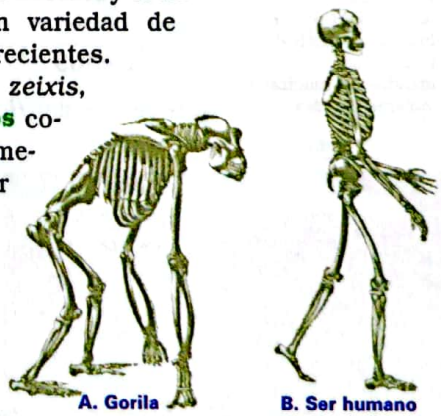
Fig. 3.21 Caricatura de Darwin con cuerpo de simio, crítica de la postura sobre el origen del hombre en su época.

Origen de los antropomorfos

Algunos investigadores sostienen que hace 20 o 30 millones de años, un grupo de primates conocidos como driopitécidos (del género *Dryopithecus*), se separó de la línea evolutiva de los monos. Los fósiles de driopitécidos encontrados en los bosques tropicales de África, se supone que son los antecesores de los homínidos (los seres humanos y sus parientes fósiles) y de los **póngidos** (los grandes monos).

Hace alrededor de 18 millones de años, el cambio climático global redujo grandes extensiones de bosques, dejando pequeñas zonas aisladas. La diversificación del **hábitat** y el aislamiento de las poblaciones pequeñas las llevó a formar una gran variedad de driopitécidos. Una línea evolucionó hacia los homínidos y póngidos más recientes.

En el norte de África se han encontrado restos de *Aegyptopithecus zeixis*, mono pequeño que vivía en los árboles. Es más parecido a los **prosimios** como los lémures, con 32 dientes. En Kenia se encontró un resto fósil intermedio entre los *Aegyptophitecus* y los *Dryophitecus*, perteneciente a un ser sin cola que caminaba a cuatro patas, con el pulgar oponible (**prensil**) en las cuatro extremidades, la cabeza grande en relación con el tamaño del cuerpo, y los codos y hombros parecidos a los antropoides (figura 3.22).



A. Gorila B. Ser humano

Fig. 3.22 Diferencias morfológicas entre el esqueleto de un antropomorfo y un ser humano.

Homínidos

Este grupo tiene la capacidad de andar erguido sobre dos pies, los homínidos están representados por los *Australopithecus*, que poseen una cara grande con una frente muy reducida y por los *Homo*, con cara más pequeña y la frente y el cerebro más grandes. En 1974, D. Johannson descubrió en Etiopía un fósil de *Australopithecus* que correspondía a una hembra de aproximadamente 25 años, de 1.16 m de altura, con una pelvis que mostraba claramente que era bípeda, de cráneo pequeño y grandes dientes, a la que llamó Lucy (figura 3.23). Se han extraído restos fósiles de esta especie de 3.9 millones de años. Fósil que muestra claramente diferentes adaptaciones que marcan la transición de simio a hombre.

Más adelante, la línea *Australopithecus afarensis* probablemente dio lugar al *Australopithecus africanus* que ya era omnívoro. Las huellas de los pies de un grupo de *Australophitecus*

Fig. 3.23 Esquema de Lucy: *Australopithecus afarensis*. Es el esqueleto más completo que se ha encontrado.

Scanned with CamScanner

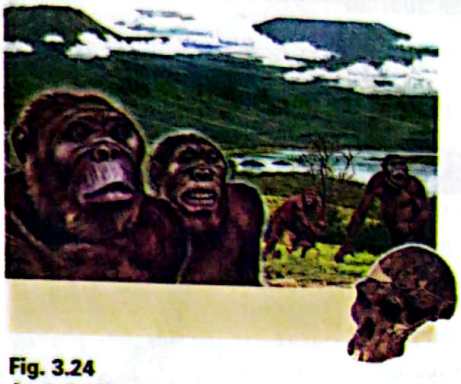


Fig. 3.24 *Australopithecus africanus.* Mandíbulas y dientes muy desarrollados, presenta diastemas (huecos entre caninos e incisivos).

encontradas por Mary Leaky en el norte de Tanzania muestran características que hacen suponer que caminaban erguidos y posiblemente pertenecían a la misma especie de Lucy.

Otros hallazgos en el sur de África indican que el *Australopithecus africanus* pertenece a un linaje diferente al del ser humano; sin embargo, es el antepasado de algunos homínidos modernos. El *Australopithecus africanus* tenía una estatura de 1.3 metros aproximadamente y el cerebro más grande; la edad en promedio al morir era de 22 años (figura 3.24).

Los *Australopithecus robustus* eran homínidos corpulentos de huesos pesados, cara ancha y frente no prominente; con músculos masticadores y molares grandes; aproximadamente medían 1.65 m y su cerebro era de 500 cm^3 en promedio. Usaban instrumentos para excavar y extraer raíces (figura 3.25).

El *Australopithecus boisei*, resto fósil también encontrado en África oriental, era muy corpulento con mandíbula y dientes grandes, con cerebro de 553 cm^3. Estas especies se extinguieron sin dejar descendientes hace aproximadamente un millón de años. Es importante considerar el volumen del cerebro pues a mayor volumen, mayor capacidad para el pensamiento abstracto y la creatividad.

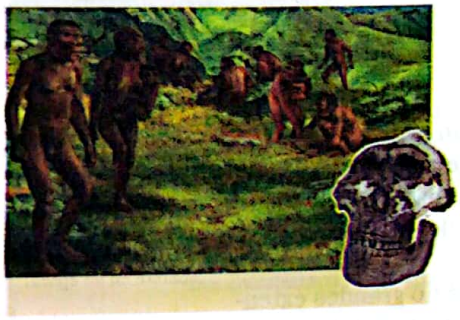


Fig. 3.25 *Australopithecus robustus.* Aspecto simiesco, con mandíbulas macizas y molares grandes.

No existe un acuerdo general sobre el **árbol filogenético** de los homínidos, pero algunos investigadores proponen:

a) El *Australopithecus afarensis* fue el ancestro de otro grupo de *Australopithecus* de la rama de los homos.

b) La separación de las dos líneas fue muy antigua, antes de que evolucionara el *Australopithecus afarensis*.

c) El *Australopithecus afarensis* fue el ancestro del *Australopithecus africanus*, y éste fue ancestro de los homos por un lado y por otro de los *Australopithecus robustus*.

Homos

Los restos del *Homo habilis* fueron encontrados en África oriental, con cráneo más alto y redondeado, de cara plana y menos prominente que los *Australopithecus*, estatura aproximada de 1.3 metros. Carecía de un lenguaje hablado, sin embargo, aún se discute si articulaba sonidos.

Con los fósiles se han encontrado herramientas sencillas y utensilios fabricados con rocas. El desgaste dental presente indica que eran frugívoros (comían frutas) y tal vez carroñeros ocasionales (comían restos de animales que dejaban los carnívoros) (figura 3.26).

Hace cerca de 1.8 millones de años apareció el *Homo erectus*, probablemente descendiente de una población africana de *Homo habilis*. El cerebro del *Homo erectus* era grande, medía entre 800 y 1 100 cm^3; eran cazadores y utilizaban herramientas. Por primera vez usaron el fuego y en las cuevas donde habitaban existen evidencias de ceniza de fogatas. Se propagó por África y en las zonas tropicales y subtropicales de Asia, también llegó a Europa. Se le considera ancestro del *Homo sapiens* arcaico.

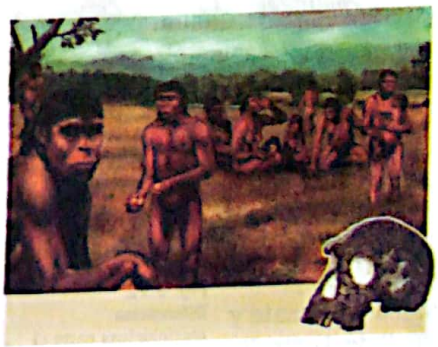


Fig. 3.26 Primeros representantes del género *Homo*, el *Homo habilis* con sus utensilios de piedra y aumento progresivo del cerebro.

No es claro el origen del *Homo sapiens* arcaico con cerebro grande y cráneo más delgado y redondeado que el *Homo erectus*. Es probable que el *Homo sapiens* arcaico se haya extendido por Europa durante la última era glacial. Los *Homo sapiens neanderthalensis* vivieron en Europa, norte de África y Asia.

Los *Homo sapiens neanderthalensis* tenían altura promedio de 1.63 metros y volumen cerebral de aproximadamente 1 400 cm^3, cara más grande y cejas salientes, nariz ancha y mandíbulas prominentes. Vivieron en Europa y el norte de África hasta Asia occidental. Eran seres muy hábiles e inteligentes.

Scanned with CamScanner

Los restos muestran que los *Homo sapiens neanderthalensis* se adaptaron a lugares fríos, factor hacia el que mostraron gran resistencia, vivían en cuevas y se fabricaban cubiertas. Eran excelentes cazadores, constructores de herramientas; tenían lenguaje articulado y enterraban a sus muertos con sus pertenencias y adornos. Desaparecieron de manera repentina y aunque se sabe que fueron contemporáneos del hombre moderno, nunca se mezclaron, y terminaron por extinguirse.

El *Homo sapiens sapiens* corresponde al hombre moderno, el registro fósil encontrado al sur de Francia corresponde al hombre de Cro-Magnon. Su volumen cerebral promedio es de 1 360 cm^3, frente vertical, barbilla, **arcos ciliares** pequeños, estatura similar a la actual.

El hombre de Cro-Magnon vivía en cuevas y fabricaba herramientas y utensilios. En las paredes de las cuevas dejó plasmado el arte de describir sus actividades cotidianas y de cacería, como en Altamira, Expaña y Lascaux, en Francia, de las cuales se cree formaban parte de un ritual para tener una buena caza; así como los animales de la época y figuras de adorno esculpidas.

Aunque no existe evidencia directa, algunos investigadores suponen que los Cro-Magnon eran cazadores nómadas muy hábiles y migraban buscando alimento; formaban grupos familiares de 50 a 75 personas; cocinaban en recipientes de piedra; cosían con agujas de hueso, pescaban con anzuelos y cazaban con armas punzocortantes. Estas descripciones se han hecho con base en el registro de los fósiles.

Existen varias teorías respecto al posible origen del hombre moderno; sin embargo, la que más aceptación tiene actualmente entre la comunidad científica es la siguiente:

Se originó en África hace más de 50 000 años y se desplazó lentamente hacia el sureste de Asia y hasta Europa hace unos 30 000 años (figura 3.27).

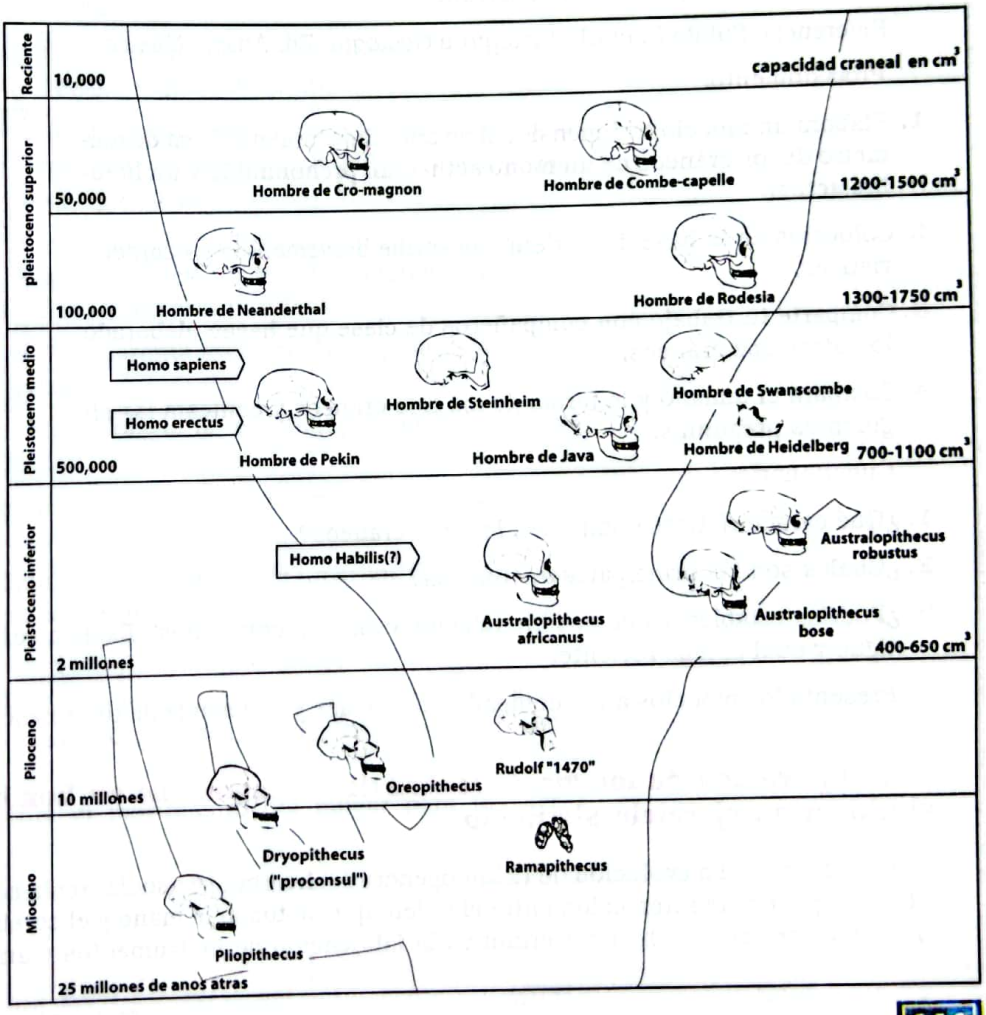
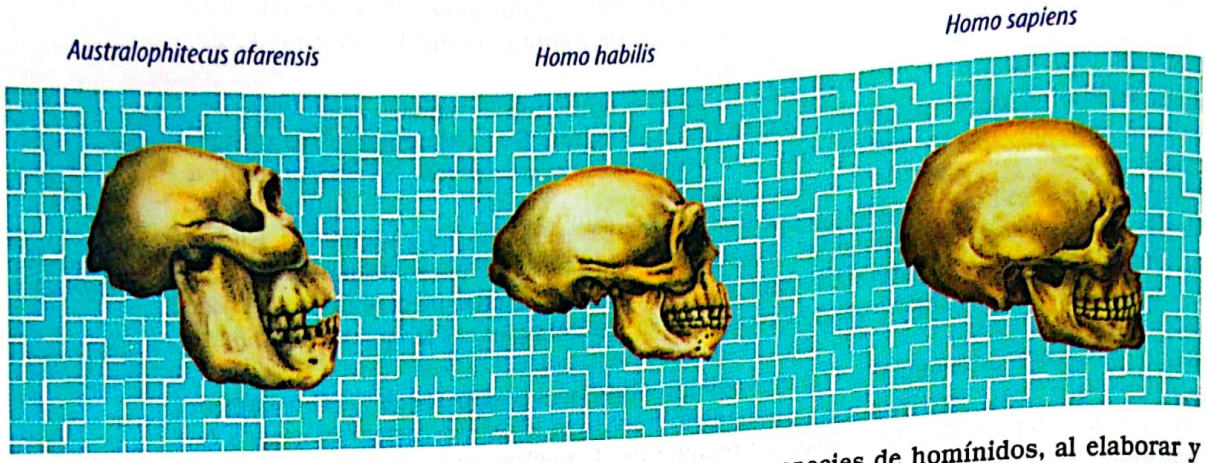


Fig. 3.27
Árbol genealógico del hombre.

ACTIVIDADES

Modelos tridimensionales de cráneos de *Australophitecus afarensis, Homo habilis* y *Homo sapiens*



Objetivo: Que detectes las diferencias evolutivas entre las tres especies de homínidos, al elaborar y comparar un modelo tridimensional del cráneo de cada uno de ellos.

Para llevar a cabo esta actividad, primero investiga lo relativo a la estructura de los cráneos de esos tres grupos, el significado evolutivo de los rasgos que los diferencian, las similitudes que conservaban y después, elige el que deseas construir.

Referencia: Pulido C, *et al.*, *Biología y Geología*. Ed. Anaya, México.

Material:

- 4 barras de 100 g de plastilina blanca.
- 1 base de madera de 30 cm × 40 cm.

Procedimiento:

1. Elabora un modelo tridimensional de aproximadamente 8 cm de diámetro de los cráneos de un mono actual, un prehomínido y un hombre actual.
2. Colócalos en la base de madera y describe brevemente sus características.
3. Comparte tu trabajo con compañeros de clase que hayan elaborado los otros dos cráneos.
4. Compara el tamaño y la forma de los tres cráneos y contesta las siguientes preguntas.

Cuestionario:

1. ¿Qué características comparten los tres cráneos?
2. ¿Cuáles son las principales diferencias?
3. ¿Podrías establecer una posible relación evolutiva entre ellos? Explica cuál sería el cráneo más antiguo y cuál el más reciente.

Presenta los modelos a tus compañeros de clase y con ayuda de tu profesor, discute las respuestas.

Comparación de los movimientos de las manos de un hombre primitivo y un simio en un ejercicio simulado

Introducción: La evolución de la inteligencia del hombre se asocia con la habilidad de manipular objetos, ya que existe interacción entre el objeto que se toma, la mano y el cerebro. Utilizar los dedos como pinzas permitió al hombre primitivo la fabricación de instrumentos y armas para desarrollar sus

Scanned with CamScanner

actividades de manera más efectiva, por ejemplo, cortar tallos, quitar espinas de las ramas o herir a sus presas.

Objetivo: Que simules el movimiento de la mano de un representante del género *homo* (tienen pulgar oponible) y lo compares con un mono araña (no tiene pulgar oponible).

Procedimiento:

Realiza esta actividad en equipo de cinco compañeros.

Material:

- 1 trozo de tela.
- 1 palo de escoba.
- 1 piedra.
- 1 palillo.
- 1 naranja.

1. Simula por un momento que eres un hombre de Neandertal y realiza las siguientes acciones para que pongas a prueba la importancia de apresar y tomar objetos con la mano.
2. Ejecuta las siguientes instrucciones y con ayuda de tus compañeros de equipo realiza los dibujos que se piden.
   a) Simula una lanza con un palo de escoba y aparenta que estás en posición de lanzarla. Dibuja los dedos cuando sujetas el palo.
   b) Sujeta la piedra y simula que rasgas la piel de un carnívoro primitivo (la tela). Dibuja la posición de los dedos cuando sujetas la piedra.
   c) Simula que el palillo es una pequeña ramita con la que extraes termitas del tronco hueco de un árbol. Dibuja la posición de los dedos cuando haces esta actividad.
   d) Toma la naranja y simula que es una fruta silvestre que cortas de un árbol. Dibuja la mano cuando sujetas la naranja.
3. Estas acciones las pudo llevar con certeza el hombre de Neandertal. Discute con tus compañeros las posiciones de los dedos que participan en cada una de las acciones anteriores.
4. Simula la mano de un mono araña inmovilizando con cinta adhesiva tu dedo pulgar, ejecuta las siguientes actividades, de preferencia en el patio de tu escuela y en una zona con áreas verdes.
   e) Trata de asir "la lanza" y aparenta aventarla. Dibuja la posición de los dedos al asir la lanza.
   f) Sujeta una piedra e intenta rasgar la tela. Dibuja la posición de los dedos al sujetar la piedra.
   g) Sujeta la "ramita" para extraer termitas de un tronco. Dibuja la posición de los dedos.
   h) Toma la naranja y simula que es cortada de un árbol. Dibuja la posición de los dedos cuando realizas esta actividad.

Con ayuda de tu profesor, contesta las siguientes preguntas:

¿Cuáles son las diferencias que encuentras entre la posición de los dedos del hombre de Neandertal y las de un mono araña al efectuar las mismas actividades?

¿Qué ventajas representa el movimiento del pulgar para los seres humanos?

¿Qué desventajas representa la inmovilización del pulgar en los monos araña?

Scanned with CamScanner

LECCIÓN 3

3. La biodiversidad

3.1 Tipos de seres vivos

Respecto al medio que habitan, los seres vivos se dividen en terrestres o acuáticos. Las plantas terrestres tienen raíz para fijarse al suelo, hojas con las cuales intercambian oxígeno y dióxido de carbono en el aire, y tallos que les permiten sostener su cuerpo. Los animales terrestres, por otro lado, respiran por medio de pulmones o tráqueas y se valen de diversos órganos, como alas y patas, para moverse en la tierra o en el aire.

En relación con los seres acuáticos, las plantas cuentan con hojas delgadas y suaves de manera que no se rompen con el movimiento del agua. A través de sus hojas intercambian con el agua oxígeno y dióxido de carbono. Algunas plantas tienen raíz que les permite fijarse al suelo. Los animales acuáticos respiran por branquias, y tienen aletas, tentáculos y patas que les permiten moverse en el agua o en el fondo del mar.

En cuanto a la forma de obtener su alimento, los seres vivos se dividen en autótrofos y heterótrofos. Los autótrofos son aquellos que pueden elaborar su propio alimento; el ejemplo más común es el de las plantas. Los heterótrofos requieren alimentarse de otros, a este tipo corresponde la gran mayoría de los animales.

Otra forma de diferenciar a los seres vivos es mediante el tipo de respiración que realizan. Así, los que necesitan de oxígeno para realizar el proceso de respiración se les denomina **aerobios,** por ejemplo, las plantas y los animales; mientras que los anaerobios pueden efectuar su respiración sin necesidad de oxígeno. Ejemplos de este tipo de seres son las levaduras y las bacterias.

Aspectos generales de la biodiversidad

El término biodiversidad empezó a utilizarse a finales de la década de 1970. En ese entonces se entendía como el conjunto de ecosistemas y de especies con variación ecológica y genética. Otros la definen como la riqueza o variedad de formas vivientes distribuidas en los biomas (tipo general de ecosistema que ocupa áreas geográficas extensas, por ejemplo, un desierto) que caracterizan el planeta.

De estas definiciones podemos analizar algunos otros conceptos de importancia. Por ejemplo, la diversidad genética se refiere a la variación en el genoma de los organismos que forman una población y entre las poblaciones de la misma especie.

La diversidad taxonómica se refiere a la variedad existente entre las especies de distintos grupos taxonómicos. También se le conoce como riqueza de especies.

La diversidad de ecosistemas se refiere a la variedad de hábitats, comunidades de organismos y procesos ecológicos asociados a su hábitat. Se le conoce como diversidad ecológica o de comunidades.

Con estos conceptos se puede integrar una definición de biodiversidad más completa: es la gran variedad de organismos, incluyendo su variabilidad genética, los millones de especies de microorganismos, plantas, animales y la inmensidad de comunidades y ecosistemas naturales que existen en el planeta Tierra.

Se han identificado países que cuentan con una diversidad biológica muy amplia, entre ellos México, además de Brasil, Colombia, Indonesia, Zaire, Madagascar, Australia, China, Perú, Ecuador, India y Malasia, que contienen por lo menos 60% de la diversidad del plane-

Scanned with CamScanner

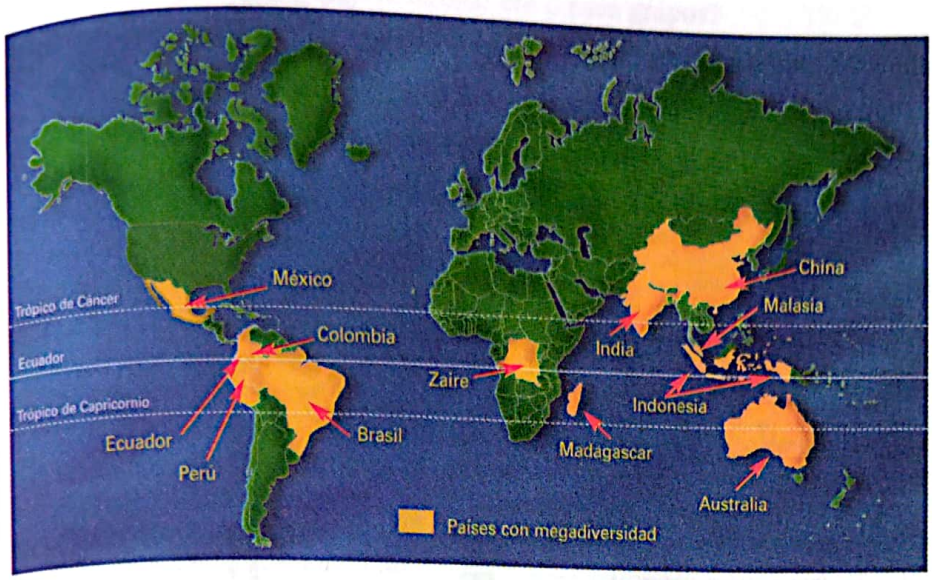


Fig. 3.28 Países con megadiversidad y su localización.

ta. Estos países se encuentran cerca del Ecuador y los trópicos; tienen climas y vegetación variada que ofrecen hábitat y alimento para infinidad de especies (figura 3.28).

México es el tercer país con mayor diversidad biológica; el primero en número de especies de reptiles; el segundo en especies de mamíferos; el cuarto en anfibios y en **fanerógamas**. Asimismo, nuestro país presenta además una gran cantidad de especies endémicas, es decir, con distribución restringida o única en un ecosistema natural y en muchos casos con poblaciones pequeñas.

Países de alta diversidad biológica con mayor número de especies

Reptiles		Mamíferos		Anfibios		Fanerógamas	
País	No. especies	País	No. especies	País	No. especies	País	No. especies
México	704	Indonesia	519	Brasil	516	Brasil	55
Australia	597	México	440	Colombia	407	Colombia	45
Indonesia	529	Brasil	421	Ecuador	358	Ecuador	30
Brasil	462	China	410	México	282	México	26

¿SABÍAS QUE?

México es uno de los centros de domesticación de plantas (cultivo de variedades de plantas comestibles) más importante del mundo. Por ejemplo el aguacate, de las 84 especies del género *Persea* presentes en el mundo, 15 se encuentran en México. Este alimento tiene un valor tradicional y de consumo, por lo tanto, debe conservarse la diversidad domesticada y la silvestre, para garantizar su abasto en un plazo mayor (figura 3.29).

Scanned with CamScanner

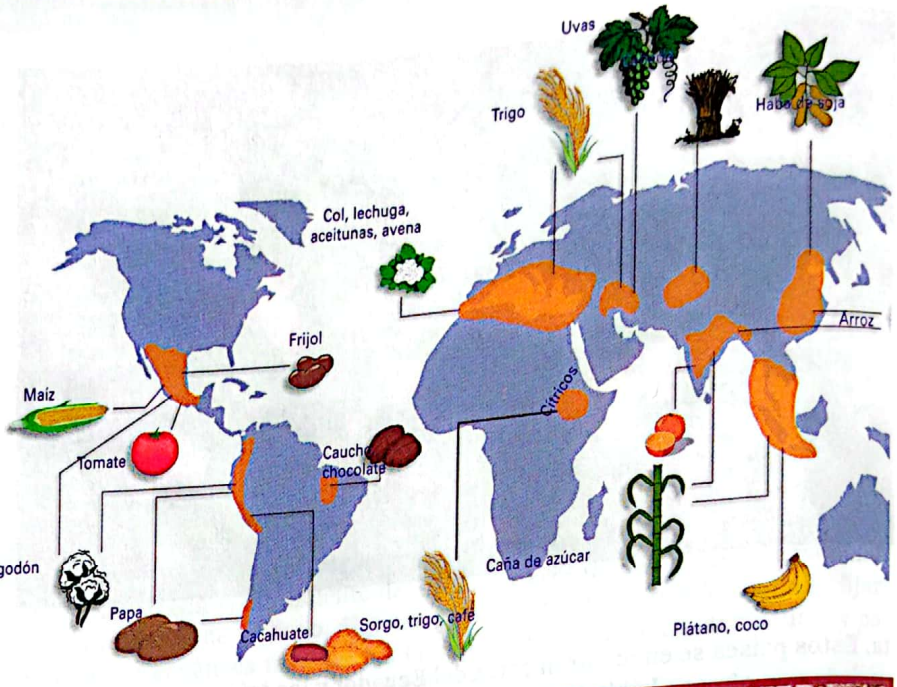


Fig. 3.29
Centros de diversidad genética de cultivos importantes.

ACTIVIDADES

Registro de especies

Introducción: El estado actual del número de especies en México no es preciso, es decir, muchas especies todavía se desconocen y, por tanto, no se han cuantificado. Algunas especies se conocen mejor que otras, quizá porque se han estudiado por más tiempo o porque presentan algún interés particular para los investigadores. También algunos grupos tienen mayor número de especies que otros, ya sea por su amplia distribución o porque tal vez se han afectado menos sus sitios naturales.

Objetivo: Que los alumnos conozcan el número de especies de algunos grupos de mamíferos y propongan investigaciones para incrementar el conocimiento de ellas.

Procedimiento: Con asesoría de tu profesor elabora una gráfica de barras, utiliza los datos del número de especies de algunos grupos de mamíferos mexicanos listados a continuación:

Grupo (ejemplo)	Número de especies
Artiodáctilos (reses, venados)	10
Misticetos (ballenas)	12
Lagomorfos (conejos)	15
Quiróptera (murciélagos)	140
Roedores (ratones, ardillas)	225
Carnívoros (coyotes)	35
Marsupiales (tlacuaches)	5
Odontocetos (delfines)	30
Insectívoros (oso hormiguero)	25

Scanned with CamScanner

Con base en los datos de la tabla contesta las siguientes preguntas:

¿Qué grupos de mamíferos te interesaría conocer? ¿Por qué?

¿Qué número de especies forman ese o esos grupos?

¿Tienen los grupos de tu interés algún uso práctico para la especie humana?

¿Crees que su uso pueda afectar al número de individuos de la población en esas especies?

¿Qué recomendaciones harías para evitar que sean afectadas dichas especies?

Con ayuda de tu profesor, presenta y discute tus respuestas al grupo.

Organización y análisis de los datos sobre el registro de especies

Objetivo: Que los alumnos organicen y analicen algunos datos sobre el registro de las especies en México.

Antecedentes: México posee más de 4 000 especies de vertebrados. Los peces son el grupo más diverso con aproximadamente 2 122 especies. De las especies presentes en el país, 506 se consideran exclusivamente de agua dulce, 375 marinas continentales (que viven cerca de las costas), y el resto marinas oceánicas (que habitan lejos de las costas). La herpetofauna (anfibios y reptiles) de México es una de las más ricas del mundo. En el país existen 282 especies de anfibios y 704 especies de reptiles, de las cuales 60% y 52% respectivamente son **endémicas**.

De las 10 000 especies de aves registradas en el mundo, 1 054 se encuentran en México, es decir, 11% del total. México cuenta con más de 100 especies endémicas de aves, de las cuales cerca de 11% del total son endémicas. Existen 440 especies de mamíferos, con 29% de endemismos, los roedores con 225 especies y los murciélagos con 140 especies. El conjunto de estos dos grupos constituyen 79% de especies de vertebrados mexicanos.

De acuerdo con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (UICN), 400 especies de vertebrados en México se encuentran en peligro, de las cuales 122 son peces, 4 anfibios, 32 reptiles, 78 aves y 164 mamíferos.

Procedimiento:

1. Completa la tabla siguiente con los datos de la lectura.

Grupo	Número de especies	Porcentaje de especies del total en México	Núm. de especies endémicas	Porcentaje de especies endémicas	Especies en peligro Total %
Peces - Agua dulce - Marinos - Oceánicos	2 122	100%			122
Anfibios	282	100%		60%	
Reptiles	704	100%		52%	
Aves	1 054				
Mamíferos - Roedores - Murciélagos	440				

2. ¿Qué porcentaje representa el total de aves registrado con respecto al total de especies en México?

Scanned with CamScanner

3. ¿Cuál es el número de especies endémicas de anfibios y reptiles? Calcula estos datos aplicando la regla de tres, por ejemplo, $282 \rightarrow 100\%$, es decir: $\frac{282 \times 60}{100} =$
$X \rightarrow 60\%$

4. Calcula el número de especies endémicas para aves y mamíferos, siguiendo las instrucciones dadas en la pregunta anterior.

5. Calcula el porcentaje de peces de agua dulce, marina y oceánica, respecto al total de peces existente en México.

Calcula los porcentajes de las especies de cada grupo que se encuentran en peligro. Por ejemplo:

Peces $2\,122 \rightarrow 100\%$
$122 \rightarrow X$ $\qquad X = \frac{122 \times 100}{2\,122} = 5.75\%$

6. Con los datos calculados, organizados y el análisis, elabora una conclusión general del registro de las especies para los grupos presentados.

7. Presenta el cuadro con los datos organizados al grupo y discute tu conclusión, con ayuda de tu profesor.

Cuestionario:

1. Con base en los porcentajes de las especies en peligro ¿cuál es el grupo que requiere de mayor atención para su conservación?

2. En relación con el porcentaje de especies endémicas señaladas en la lectura, ¿cuál grupo tiene mayor número de especies?

3.2 Importancia de la biodiversidad

La diversidad de especies en el planeta por sí misma es importante, ya que su conservación es condición básica para la permanencia de vida en el planeta. Además, son la fuente de una gran cantidad de productos y servicios fundamentales para la supervivencia de la especie humana. De la biodiversidad dependen muchos aspectos de nuestra vida. La riqueza de genes, especies y comunidades constituye la fuente de alimentos, medicamentos, vestido, habitación, energía, etcétera.

Fig. 3.30 La biodiversidad como fuente de productos y servicios de importancia para el hombre.

La biodiversidad tiene gran valor comercial y de mercado en la producción de alimentos, como cultivo de peces; producción de maderas preciosas; fuente de medicamentos, de aceites, productos químicos, fibras, etc. Actualmente, las plantas son una fuente inagotable de genes, que pueden ser empleados en la producción de variedades resistentes a plagas y enfermedades causadas por **virus**, bacterias y hongos (figura 3.30).

México es un país que se caracteriza por la diversidad de culturas de sus habitantes, sobre todo de origen prehispánico, que desde hace mucho tiempo mantienen una relación directa con la naturaleza. Se puede decir que la diversidad de culturas se relaciona con la diversidad de regiones donde se establecen. Por ello, cada especie de planta, grupo de animales y tipo de suelo corresponden casi siempre a un uso práctico, un contenido religioso y ritual, a una expresión de su lengua y a una vivencia individual o colectiva.

El futuro del país debe imaginarse con la comprensión de la historia reciente y remota de cómo las culturas indígenas o mestizas conocen y utilizan los recursos de las regiones donde viven. De ahí la necesidad de conservar la biodiversidad mediante zonas protegidas en las que se promueva la relación naturaleza-cultura y la relación cultura-naturaleza.

Scanned with CamScanner

Para la conservación de los recursos naturales es necesario la designación de áreas naturales protegidas, la protección legal de especies amenazadas y la planeación del manejo adecuado de los recursos. Esto último implica que no se sobreexploten los recursos naturales, haciendo un uso planificado del suelo, la vegetación y los animales, es decir de la biodiversidad en general.

3.3 Causas y consecuencias de la pérdida de especies

Son varios los factores que inciden en el deterioro del ambiente, entre otros se cuentan las obras de desarrollo: hoteles, carreteras, pozos petroleros, zonas agrícolas y ganaderas, y las ciudades. Algunos de estos desarrollos contribuyen a la pérdida acelerada de recursos naturales y de especies animales y vegetales. Si no se llevan a cabo actividades con el esquema de un desarrollo sustentable, es decir, que satisfaga las necesidades actuales y permita satisfacer las del futuro, las consecuencias serán desastrosas.

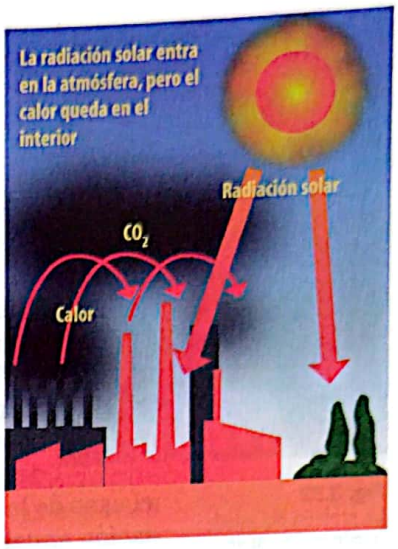


Fig. 3.31 Efecto invernadero. El dióxido de carbono y otros gases de la atmósfera actúan como si fueran el vidrio de un invernadero que deja pasar la radiación solar, pero no permite la salida del calor que desprende la Tierra cuando la recibe.

Cambio global

El **cambio global** se define como la modificación en todo o gran parte del planeta, generada por procesos naturales y por la actividad humana que afectan al ambiente mediante la acumulación de alteraciones locales o regionales. Por ejemplo, se han detectado gases contaminantes a gran altura sobre el continente antártico, o bien, sustancias químicas sintéticas como los aerosoles. Es posible encontrar compuestos de plomo, emitidos hacia la atmósfera por los gases de escape, en el hielo glacial de Groenlandia y la Antártida.

El excesivo monóxido de carbono que producen los autos y las industrias han provocado que la temperatura promedio en el mundo se incremente. Éstos son los problemas más importantes que se pretenden controlar en corto tiempo en todo el mundo, pues tienen efectos directos en la biodiversidad y la salud de las personas. Algunos cambios se miden en días, como la deforestación, pero otros se miden en periodos de cientos a miles de años, como el cambio climático.

De hecho, algunos investigadores expresan que estamos en un momento de calentamiento anormal del planeta, y aunque la actividad humana no es la única causa del cambio climático actual, sí la agrava.

Cambio climático global

La combustión de los hidrocarburos fósiles, como el petróleo, la gasolina y el carbón, probablemente han contribuido a la modificación del clima en todo el mundo. Esto afecta a la agricultura así como a los hielos de los polos que pueden llegar a derretirse y ocasionar inundaciones de las partes bajas de las costas, afectando a las poblaciones y comunidades costeras.

Efecto invernadero. El exceso de dióxido de carbono dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, ozono en la atmósfera producido por la industria y el transporte, debido a la combustión de hidrocarburos fósiles (los yacimientos de petróleo se originaron a partir de plantas del carbonífero), forman una "cúpula" semejante a la de un invernadero que favorece el sobrecalentamiento y contribuye a los cambios climáticos (figura 3.31).

Debido al aumento de la población mundial, a la industrialización y al desarrollo de la agricultura, la concentración de los gases de invernadero aumentó considerablemente los últimos 200 años.

Estas variaciones alteran directamente a las plantas y disminuyen el ritmo de producción fotosintética (proceso de elaboración de compuestos orgánicos). Varios contaminantes se agregan a los gases de invernadero de la atmósfera y más radiación infrarroja queda atrapada, provocando el calentamiento global.

Scanned with CamScanner

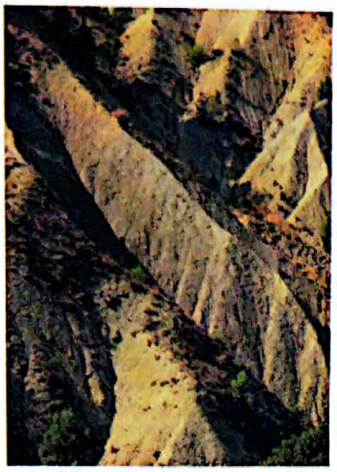


Fig. 3.32
La erosión del suelo puede tener consecuencias graves en la pérdida total de su fertilidad y, en grado extremo, la desertificación.

Alteración de los hábitats naturales. Algunos hábitats se han fragmentado y otros se han destruido, pero ambos rompen el equilibrio dinámico de las comunidades naturales. Los más afectados han sido los bosques mesófilos de montaña, los bosques de neblina, los manglares y las selvas altas y medianas del trópico húmedo que ya muestran una importante reducción en su distribución original.

Un factor determinante en la destrucción de hábitats en México ha sido la explosión demográfica experimentada en los últimos 50 años ocasionando el enorme crecimiento urbano que a su vez ha invadido importantes zonas naturales. Otros factores que dañan los hábitats son la construcción de carreteras, torres eléctricas, presas y zonas agrícolas y ganaderas.

Deforestación. México presenta una de las tasas de deforestación más altas del mundo en bosques y selvas de zonas templadas y tropicales. La deforestación se ha estimado entre 300 mil y 1 millón de hectáreas anuales. Entre 1981 y 1991 la deforestación anual promedio se calculó en 678 mil ha. Un ejemplo al respecto es el caso de la región de los Tuxtlas, en Veracruz, donde se ha registrado una tasa de deforestación anual de 4.2%.

La deforestación se debe a la falta de planeación y programas para explotar los bosques maderables. También puede atribuirse a la apertura de nuevas zonas agrícolas en sitios que no son los más adecuados para esta actividad.

Erosión. El territorio nacional comprende casi 200 millones de hectáreas, de las cuales 154 millones están sujetas a diversos grados de **erosión**. La erosión tiene diferentes causas, pero la principal es el mal uso del suelo agrícola y los cultivos en zonas de elevada pendiente que después son abandonados y sujetos a la acción del viento, la lluvia y las corrientes de agua que eliminan la capa de suelo dejando expuesta la roca y, finalmente arrastran el suelo hasta lugares donde no es útil (figura 3.32).

El problema de la erosión también se relaciona con la lixiviación (lavado de **nutrientes** en los suelos) y con la **desertificación** de los terrenos. La lixiviación provoca pérdida de la fertilidad natural, sobre todo en las zonas tropicales donde ocurren altas precipitaciones pluviales. Los efectos de la desertificación se manifiestan en el desequilibrio del ciclo hidrológico y en la pérdida de suelos, flora y fauna.

Utilización inadecuada de la tecnología. El riego tecnificado y los agroquímicos han incrementado la producción agrícola, pero su mal manejo ha originado resultados negativos. Se han perdido los nutrientes del suelo y además se han contaminado los **mantos acuíferos.** El problema es mayor cuando se extienden los **monocultivos** y se favorece el desarrollo de gran cantidad de organismos patógenos (plagas), que destruyen y enferman a las plantas.

Algunos organismos actúan como plagas, por ejemplo, insectos, hongos, bacterias y virus. Para combatir el ataque de las plagas se usan químicos especiales conocidos como plaguicidas, éstos tienen efectos tóxicos en los organismos y en un corto plazo pueden afectar también a los cultivos, a los animales y al ser humano (figura 3.33).

Comercio ilegal de especies. El tráfico de especies incluye a vertebrados e invertebrados, y plantas de diversas comunidades del país. Esta actividad ilícita ha puesto en grave riesgo a algunos organismos pues no sólo afecta a la población natural sino que confunde los valores de la población humana que por ignorancia, pobreza o apatía, contribuye al tráfico de especies sin considerar, además, que su manejo se efectúa en condiciones que los dañan o incluso les causan la muerte. El tráfico incluye animales completos y algunos productos o subproductos como bolsas, carteras, cinturones, carne, huevos, etcétera.

Catástrofes naturales. Las catástrofes que afectan en gran medida a la biodiversidad son los incendios forestales y los huracanes. Los incendios naturales son provocados por la caída de un rayo o la sequía extrema y las elevadas temperaturas, otros son intencionales y causados por el hombre para adaptar el terreno para la agricultura. Los huracanes han causado graves daños a la flora y fauna, y se han agravado por la deforestación de cerros y montañas.

Scanned with CamScanner

3.4 Extinción de especies

Fig. 3.33 Los plaguicidas contaminan el suelo y el aire, y son tóxicos para las plantas, los animales y el hombre.

Las especies, antes de la existencia del ser humano, se han extinguido de manera natural a causa de erupciones volcánicas, grandes terremotos, huracanes, incendios o por competencia con otras especies. Actualmente, las actividades de sobreexplotación de los recursos han puesto en grave riesgo de extinción a gran número de especies en todo el planeta al alterar o destruir su hábitat.

Una especie se considera extinta cuando no se ha registrado en estado silvestre durante los últimos 50 años, y se utiliza el término "virtualmente extinta" cuando se tiene la certeza de que la especie se extinguirá irremediablemente. Por ejemplo, el águila harpía, el halcón peregrino, la guacamaya, el jaguar, el oso negro, el manatí y el cocodrilo de pantano (figura 3.34).

En México se ha documentado la extinción de 32 especies de vertebrados y 15 especies de plantas debido, principalmente, a la cacería ilegal, a la introducción de especies no propias de los hábitat (exóticas) que se desarrollan sin oposición y desplazan a las especies autóctonas; y a la destrucción de los hábitats naturales, con lo que los animales pierden sus fuentes de alimento, cambian las condiciones del medio y mueren o emigran hacia otros lugares.

Fig. 3.34 Especies en peligro de extinción.
A. Berrendo
B. Ocelote
C. Guacamaya
D. Águila harpía

A

B

C

D

ACTIVIDADES

Investigación documental

Objetivo: Que los alumnos identifiquen el significado real de diversos conceptos que se utilizan con frecuencia de manera indistinta.

Procedimiento:

1. Investiga la diferencia entre los conceptos de la lista siguiente.
   - Especie amenazada.
   - Especie en inminente peligro de extinción.
   - Especie extinta.
   - Especie endémica.
   - Especie en veda.
2. Se sugiere consultar:
   - Documento Biodiversidad. SEMARNAP.
   - La visita a algún centro de investigación ambiental o ecológico.

Scanned with CamScanner

- Sitios en Internet : www.conabio.gob.mx y www.semarnat.gob.mx
- Cualquier otra fuente relacionada con la biodiversidad.

Investigación sobre animales silvestres que se usan como mascotas

Introducción: Acostumbramos mantener muchos animales domésticos como mascotas, pero también se ha generalizado la captura de animales silvestres para tenerlos enjaulados y exhibirlos como especies raras. La mayoría de estos animales mueren porque no tienen pareja, viven fuera de su ambiente natural y comen otro tipo de alimento al que se encuentran adaptados.

Objetivo: Que los alumnos investiguen cuáles son las especies silvestres con las que se comercia ilegalmente en su comunidad.

Procedimiento: Realicen esta actividad en equipos de cinco compañeros.

1. Organícense para visitar algún mercado donde se vendan especies silvestres de animales, como víboras, iguanas, tucanes, guacamayas, pericos, pavo real, águilas, gavilanes, monos, pumas, venados, etc. Elaboren una lista de las especies que encuentren.
2. Cada uno indagará si en su comunidad se mantienen como mascotas animales silvestres. Agreguen el nombre de las especies que localicen en su lista.
3. Entrevisten a los vendedores o consulten algún reportaje sobre el tráfico ilegal de plantas y animales, y presenten su investigación al grupo.
4. Elaboren una lista con los diferentes tipos de animales de cada equipo.
5. Cada equipo reúna en una sola lista los datos de todos los organismos registrados y elaboren una tabla con dicha lista y con los datos de la entrevista para cada uno.
6. Después, expongan y discutan los resultados al grupo con ayuda del profesor. Finalmente elaboren sus conclusiones de los resultados obtenidos y concluyan acerca de la necesidad de reportar el comercio ilegal de especies.

Especies en peligro de extinción

Objetivo: Que los alumnos investiguen cuáles son algunas de las especies que se encuentran en vías de extinción y que propongan estrategias para evitar su desaparición.

Procedimiento: Realicen la siguiente actividad en equipos de cinco compañeros.

1. Investiguen algunas especies mexicanas que se encuentren en vías de extinción.
2. Elaboren una lista de las especies en vías de extinción.
3. Investiguen las causas por las que se encuentran en esa situación.
4. Mencionen qué recomendaciones darían para evitar su desaparición.

Apóyense en el siguiente cuadro para organizar la información.

		RECOMENDACIÓN:
1.	_____	_____
2.	_____	_____
3.	_____	_____
4.	_____	_____
5.	_____	_____
6.	_____	_____
7.	_____	_____

Scanned with CamScanner

5. Comparen su lista de especies en vías de extinción con las de otros equipos.
6. Revisen la Ley General del Equilibrio y Protección al Ambiente, en particular el apartado de la protección de la flora y fauna silvestres, con ayuda de su profesor.
7. Elaboren conclusiones de esta información.
8. Presenten sus resultados al grupo, con ayuda de su profesor.

Sugerencia bibliográfica:

Ley General del Equilibrio y Protección al Ambiente. Secretaría para el Mejoramiento del Ambiente y Recursos Naturales. México.

3. 5 La diversidad biológica en México

El territorio mexicano tiene una superficie de aproximadamente 2 millones de km^2, con innumerable variedad de ambientes, debido a su relieve accidentado y montañoso. El relieve ofrece lugares muy altos y otros al nivel del mar. La **orografía** e **hidrografía** de México contribuyen a la formación de una gama de condiciones ambientales, favoreciendo la diversidad de ecosistemas y comunidades donde vive una gran variedad de organismos.

Los ecosistemas en México son bosques templados (figura 3.35), bosques de neblina, selvas altas y bajas, zonas semiáridas, desiertos, lagunas costeras, arrecifes de coral y todos los sistemas acuáticos (lagos, lagunas, estuarios, manantiales, ríos y riachuelos).

Debido a la complicada orografía se han favorecido los procesos de aislamiento y especiación, que ha derivado en una gran riqueza de especies endémicas —distribución de una especie restringida a una localidad— (figura 3.36).

Las zonas climáticas varían de acuerdo con la latitud, y son modificadas por el relieve y la distribución de las tierras y aguas. Wilhelm Köeppen agrupó los climas en cinco grandes zonas: polar, fría, templada, seca y tropical. Por ejemplo, la parte sur de la República Mexicana se ubica en la zona climática tropical y la parte norte en la zona templada, lo cual contribuye también a la diversidad de ambientes.

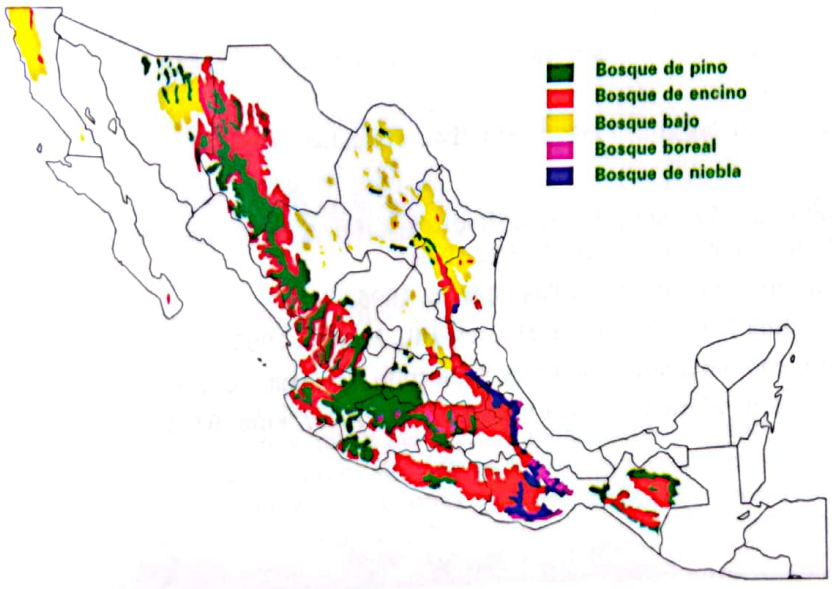


Fig. 3.35
En México existen varios tipos de bosques templados. A cada uno se le conoce con el nombre de las especies de árboles más abundantes o de mayor tamaño en cada área.

Scanned with CamScanner

ACTIVIDAD

Investigación sobre la flora y fauna de las diferentes zonas de México y su relación con el desarrollo económico

Introducción: Son muchas las plantas y los animales silvestres que son útiles para diversas actividades del hombre. Cada región y zona de México tiene flora y fauna particular. Por ejemplo, en zonas semiáridas muchas especies de árboles, arbustos y hierbas son utilizadas como **cercas vivas** y **cortinas rompevientos** o para forraje.

Objetivo: Que los alumnos investiguen aspectos sobre flora y fauna y cómo se relacionan con el desarrollo económico de las zonas de México.

Procedimiento: Realicen esta investigación en equipos de trabajo de cinco compañeros.

1. Consulten un libro de Geografía para que puedan resolver el siguiente ejercicio.
2. En un mapa de la República Mexicana, todos los equipos señalarán las principales regiones montañosas, las regiones semiáridas y áridas, las zonas costeras y las zonas del altiplano, y contestarán las siguientes preguntas.

Cuestionario:

a) ¿Cómo se llaman las cadenas montañosas principales?

b) ¿En qué estados de la República se localizan?

c) ¿Cuáles son las alturas máximas de estas cadenas montañosas?

d) ¿Qué estados de la República presentan zonas boscosas?

e) ¿Qué estados de la República tienen zonas semiáridas?

f) ¿Cuál es la altitud de las zonas semiáridas?

g) ¿Cuál es el perímetro costero de la República Mexicana?

h) ¿En qué estados se localiza la selva?

i) ¿Cuál es la superficie del altiplano mexicano?

3. Con ayuda de su profesor, repártanse una región por equipo, para que investiguen los aspectos de flora y fauna y su relación con el desarrollo económico de la zona.
4. Cada equipo presentará los resultados al grupo.
5. Con ayuda del profesor discutan los aspectos de la flora y fauna más relevantes del lugar donde viven y su relación con la economía.
6. Cada equipo escriba conclusiones sobre las zonas más productivas del país.

Sugerencias bibliográficas:

Lorenzo Villa, I., I. A. Suárez Sarabia, F. Pestana Suárez, J. Rodríguez Rojas, A. Isita Rosales y J. C. Gómez Rojas. *Geografía 1.* Publicaciones Cultural, México, 1989.

Ayllon, T. e I. Lorenzo. *Geografía para bachilleres.* Trillas, México, 1995.

González Fernández, A. y N. J. Medina López. *Ecología.* McGraw-Hill, México, 1995.

Halffter, G. *Diversidad biológica y cambio global.* Ciencia y Desarrollo, vol. XVIII, núm. 104.

Toledo V. M. *La diversidad biólogica de México,* Ciencia y Desarrollo, vol. XIV, núm. 81, 1988.

Scanned with CamScanner

En 1878, Phillip Sclater propuso seis regiones biogeográficas con base en la fauna ornitológica (aves) de los diferentes lugares del mundo. Las regiones son Paleártica, Neártica, Neotropical, Etiópica, Oriental y Australiana.

El eje volcánico transversal, que cruza la República Mexicana de Este a Oeste, desde el Nevado de Colima hasta el Cofre de Perote en Veracruz, es el límite entre las regiones biogeográficas neártica y neotropical. Debido a eso, en México hay tanto especies neárticas como neotropicales, además de las especies de transición entre las dos regiones. Los estados que cuentan con mayor biodiversidad son Oaxaca, Chiapas, Veracruz, Guerrero y Michoacán (figura 3.37).

Fig. 3.36 Especies endémicas de México. A. Orquídea B. Guajolote C. Teporingo

Acciones para la conservación y recuperación de áreas naturales

La preocupación por rescatar y rehabilitar algunas extensiones del territorio nacional de la acción devastadora del ser humano o de fenómenos naturales, ha llevado a la sociedad a crear un programa para la protección de áreas especialmente sensibles llamado Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP) (figura 3.38). De acuerdo con este sistema, las áreas a rescatar pertenecen a las siguientes categorías:

SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.
Parque Nacional: Áreas representativas de uno o varios ecosistemas que han sido alterados por el ser humano. Su fauna y su flora presentan un valor científico, educativo e histórico. En los parques normalmente se incluyen instalaciones recreativas.
Reserva de la biosfera: Grandes extensiones mayores a 10 000 hectáreas formadas por áreas biogeográficas modificadas o degradadas por el hombre, incluyendo algunas que no han sido alteradas pero en las que habitan especies amenazadas de extinción.
Reserva especial: Las mismas características que la anterior pero con extensiones menores a 10 000 hectáreas.
Áreas de protección de flora y fauna: Son aquellas que presentan un hábitat cuyo equilibrio depende de la existencia, desarrollo y transformación de las especies animales y vegetales.
Monumentos naturales: Son espacios que contienen uno o más elementos naturales de carácter único. Poseen gran valor científico y estético.
Parques marinos: Espacios con áreas terrestres y marítimas que se utilizan en la investigación para racionalizar sus recursos.

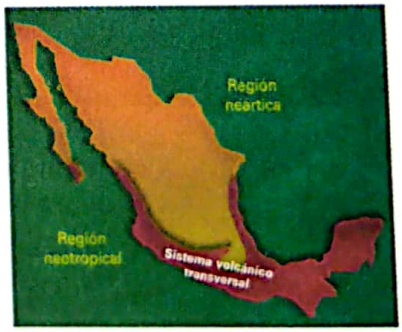


Fig. 3.37 Límite entre las regiones biogeográficas en México.

Otras alternativas de conservación: evitar destruir áreas naturales

La visita constante de personas a un parque natural afecta de diferentes maneras: forman veredas, pisan las plantas, dejan basura orgánica, plásticos, papel, latas y vidrio en el sitio. Otras personas colectan plantas para sembrarlas en macetas y en ocasiones recogen cantidades considerables de suelo, o colocan letreros fijos en los árboles. La repetición constante de estas actividades se traduce en un grave deterioro.

Scanned with CamScanner

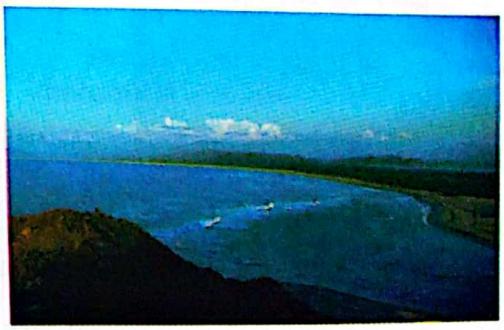


Fig. 3.38
Parque nacional de Chacahua (Oaxaca). Tiene gran variedad de flora y fauna.

Acciones de conservación para las salidas al campo

a) No muevas ni cambies de lugar piedras, hojarasca y suelo del sitio visitado.

b) No cortes ramas ni lastimes los árboles con clavos, tachuelas o alambres.

c) No extraigas plantas ni suelo del lugar.

d) Evita dejar fogatas encendidas.

e) Reúne la basura que generes en una bolsa y deposítala en los botes dentro del parque o llévala fuera de él a depósitos especiales.

f) Evita pisar las hierbas y plantas.

g) No introduzcas animales ni plantas extrañas a las del sitio visitado.

Las acciones de conservación antes señaladas, no deben ser limitantes para que te diviertas y admires la belleza de la diversidad de plantas, árboles, hierbas, pastos, aves, insectos y roedores. Por el contrario, disfruta observando la belleza de la naturaleza en todo su esplendor. Por ejemplo, busca un hormiguero y podrás pasar un tiempo contemplando las distintas actividades que llevan a cabo. Como éstos hay muchos ejemplos de lo que significa salir al campo, visitar un parque o una zona de reserva (figura 3.39).

Acciones de conservación ambiental en las ciudades

En la ciudad o poblado donde vives también puedes participar directamente en la conservación. Es importante tomar en cuenta que muchas acciones contaminantes generadas en un sitio tienen efectos a distancia, en lugares que ni te imaginas. Por ejemplo, cuando se tiran residuos de solventes, pinturas o aceites a la coladera de la casa, éstos llegan al drenaje general de la ciudad y son captados por grandes canales que terminan su recorrido en los ríos. La contaminación de los ríos continúa con las descargas de aguas residuales de industrias y zonas agrícolas, que se constituyen como los más importantes contaminantes del agua. Cuando llega al mar, el agua contiene variados contaminantes que afectan a la flora y fauna.

Puedes evitar acrecentar el problema de la contaminación del agua si haces lo siguiente:

a) Llevar los residuos de solventes químicos, pinturas y aceites a centros de acopio para su reutilización.

b) Utilizar jabones biodegradables, son menos nocivos para los organismos que viven en el río y el mar.

c) No utilices insecticidas para controlar las plagas del jardín, ya que se filtran en el suelo y pueden llegar hasta los ríos subterráneos.

d) No acumules basura de ningún tipo en un lugar, pues además es refugio y alimento de fauna nociva (ratas, ratones, cucarachas, moscas, etc.).

Scanned with CamScanner

e) No uses productos en aerosol como pinturas, plaguicidas, lacas y desodorantes que contaminan el aire.

Has pensado qué pasaría si toda la población se organizara para consumir menos productos generadores de basura o para sembrar un árbol fuera de su casa. Los problemas de contaminación en la ciudad por los desechos sólidos disminuiría en gran medida.

Es importante que primero conozcas los factores que causan deterioro ambiental, reflexiona en ellos, para después sensibilizarte y actuar de manera inmediata y práctica.

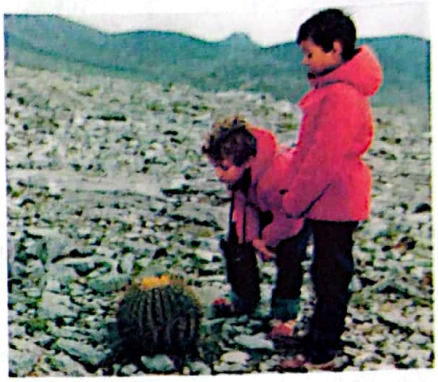


Fig. 3.39
Al contemplar el cacto puedes observar algunas de las adaptaciones de un vegetal a una zona árida (foto de Rubén Sánchez Silva).

Acciones para reducir el consumo del agua

El agua es un recurso renovable que realiza un ciclo en la naturaleza; se ha calculado que la cantidad de agua en la Tierra es aproximadamente la misma desde sus orígenes. El problema actual del agua es su disponibilidad. La que es aprovechable es escasa porque mucha de ella se contamina.

Tú puedes participar en la conservación de este recurso. Por ejemplo, disminuye el uso diario del agua: al bañarte cierra la llave mientras te enjabonas; cuando te laves los dientes utiliza un vaso con agua para enjuagarlos; reutiliza el agua de enjuague de la lavadora en otros quehaceres; disminuye el consumo de agua en los inodoros, cambiándolos por los de 6 litros, pero si tus posibilidades económicas no lo permiten, introduce dos ladrillos dentro de la caja del agua, el volumen de éstos es el mismo que ahorras de agua. No laves el automóvil ni la calle con grandes cantidades de agua.

El problema de la producción de desechos sólidos es cada vez mayor en las ciudades. Procura separar la basura orgánica de la inorgánica (vidrio, plástico y metal). De esta manera facilitas la reutilización y el reciclaje de los desechos sólidos (figura 3.40). En el hogar puedes reusar frascos para conservar alimentos, o transformar latas de conservas en lapiceros, por mencionar algunos ejemplos. También puedes llevar estos desechos a centros de acopio. Busca su dirección o teléfono en el directorio telefónico.

Fig. 3.40
Desechos municipales. Basurero.

Scanned with CamScanner

LECCIÓN 4

4. La clasificación de los seres vivos

¿SABÍAS QUE?

Un **taxónomo** es el científico que dedica su trabajo a caracterizar y, frecuentemente, a colectar las especies que se encuentran en los diferentes medios ecológicos. Un taxónomo estudia e identifica la especie y la registra con nombres científicos (género y especie). Los profesionales dedicados a la taxonomía pueden pasar la mayor parte de su vida estudiando un solo grupo, su distribución biológica, rasgos que caracterizan, coincidencias y diferencias morfológicas y fisiológicas con otras especies cercanas, su biología molecular, etcétera.
Actualmente los taxónomos apoyan las observaciones y la recopilación de datos con herramientas que simplifican el análisis de los especímenes. Por ejemplo, el uso de la computadora para clasificar numéricamente a las especies, así como para representar las moléculas orgánicas y determinar sus propiedades bioquímicas.

Imagina que al inicio de clases tu profesor les pide que investiguen el tema del origen de la vida, en la biblioteca. ¿Cómo iniciar el trabajo? ¿dónde investigar? ¿qué temas buscar? Estas preguntas las puedes resolver con los textos que se encuentran en los estantes de la biblioteca, pero los libros guardan cierto orden por áreas y dentro de éstas, los temas se identifican por claves. Tú puedes empezar a buscar en el catálogo de libros que están organizados en orden alfabético.

Esta misma situación afrontan los biólogos con millones de organismos que existen en el planeta. ¿Cómo localizar información de algas o plantas con flores? ¿cómo se comunican los científicos todos sus hallazgos? Ellos han diseñado sistemas de clasificación para todos los organismos.

Karl von Linné, botánico y naturalista sueco, empezó con la **clasificación biológica,** asignó un nombre a cada organismo formado por un par de palabras. Cada grupo se puede dividir en varios subgrupos, cada uno de éstos en otros subgrupos, y así sucesivamente hasta llegar al de especie, no sólo de animales y vegetales sino de todos los seres vivos.

Casi un siglo después, Charles Darwin dio un nuevo significado a estas categorías en su libro *El origen de las especies.* Después, los taxónomos empezaron a reconocer que las categorías taxonómicas podrían reflejar la relación evolutiva de los organismos; cuanto mayor número de características compartan los organismos, mayor es su probabilidad de estar relacionados evolutivamente.

4.1 Descripción de caracteres extrínsecos e intrínsecos

El trabajo de clasificación se inicia con la descripción de los caracteres externos (extrínsecos) de los seres vivos, es decir, los rasgos que vemos a simple vista, como tamaño, forma, textura, olor, sabor, color, etc. Mientras que los caracteres internos (intrínsecos) son aquellos que no podemos observar, pero que están presentes, como sustancias químicas de defensa, toxinas, antibióticos, tipos sanguíneos, procesos metabólicos y todo lo relacionado con la información genética del grupo que se estudia.

Linné basó la clasificación de sus grupos únicamente en los caracteres externos de los organismos estudiados (**clasificación extrínseca**), mientras que los taxónomos actuales toman en cuenta, además, las coincidencias y diferencias determinadas genéticamente (**clasificación intrínseca**), e incluso sus similitudes moleculares.

4.2 Las primeras clasificaciones

Taxonomía se deriva del vocablo griego *taxa* (ordenación) y *nomos* (ley), es decir "ley o norma de ordenación". Es una rama de la biología que estudia y clasifica a los seres vivos.

El hombre primitivo en su constante búsqueda de alimento seguramente estuvo en contacto con una serie de plantas, hongos y animales que pudieron causarle daño o serle de gran utilidad como alimento y curación. Por ello, para el hombre de esa época fue fundamental distinguir los animales peligrosos de los que eran útiles como alimento, o las plantas vene-

Scanned with CamScanner

nosas de las curativas. Estas formas de diferenciación y clasificación que se basan en la experiencia cotidiana se llaman clasificación empírica.

Para Aristóteles y sus discípulos, los animales se podían clasificar en racionales e irracionales, ovíparos y vivíparos, con y sin sangre roja. Teofrasto (372-287 a.n.e.) clasificó las plantas de acuerdo con su aspecto y utilidad. Las clasificaciones de Aristóteles y Teofrasto son extrínsecas, porque se basan en características externas, como la complejidad de estructuras, el comportamiento y el grado de desarrollo al momento de nacer. Aristóteles clasificó cerca de 500 organismos en 11 categorías. Además, estableció un ordenamiento jerárquico por categorías en el que la categoría mayor abarca a todas las demás.

En la época precolombina, los nativos mexicanos usaron muchas plantas y animales con cualidades alimentarias o curativas, dichos conocimientos se transmitieron a las generaciones siguientes. Los nombres que se les daban se relacionaban con su forma, color o incluso con el beneficio que de ellas se obtenía, éstos fueron los primeros intentos de organización. Al principio fue sencillo reconocer una planta de un animal, pero al incrementarse el número de seres vivos conocidos, se inició el proceso taxonómico de agrupación por categorías específicas.

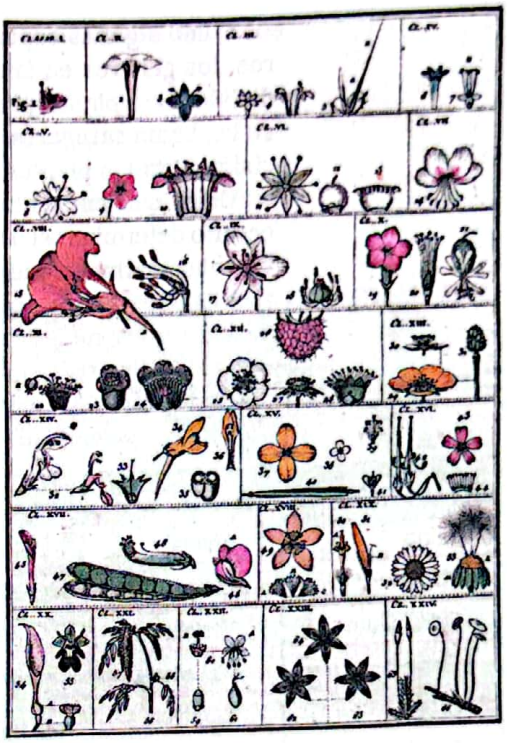


Fig. 3.41
Las variedades de hojas se ilustran en la obra de Linné.

4.3 Los trabajos de Karl von Linné

Karl von Linné publicó el libro *Sistema natural*, obra en la que propuso un sistema de clasificación para los seres vivos (figura 3.41). La clasificación de Linné sentó las bases para la taxonomía moderna, debido a los siguientes aspectos:

- Reconoció a la **especie** como unidad base.
- Estableció la nomenclatura binominal, que consiste en utilizar dos nombres latinizados para cada organismo: el correspondiente al **género** y el de la especie. Por ejemplo: Género: *Felis*
  Especie: *catus*
  Nombre científico: *Felis catus*
- Estableció una escala jerárquica.
- Introdujo la terminología científica.

En la actualidad, comisiones internacionales dictan las reglas para escribir nombres taxonómicos únicos y universales. El procedimiento a seguir para nombrar una nueva especie es el siguiente:

- Reconocimiento y descripción del organismo.
- Localización del organismo en el lugar dentro del sistema jerárquico de Linné.
- Selección de nomenclatura o denominación de la nueva especie.

4.4 Niveles taxonómicos

La taxonomía organiza los diferentes grupos de organismos en categorías que siguen un orden jerárquico. En esta disposición, una categoría abarca a todas las demás. Cada categoría constituye un **taxón.** Hay siete categorías principales, de las cuales el reino es la categoría que abarca otras, como la división o phylum, la clase, el orden, la familia, el género y la especie.

Scanned with CamScanner

Como algunas especies presentan caracteres compartidos, se pueden agrupar en géneros, los géneros en familias, las familias en órdenes, los órdenes en clases, las clases en divisiones o *phyla* (plural de *phylum*) y las divisiones o *phyla* en reinos. A estos niveles se les llama **categorías taxonómicas** o taxón (el plural es taxa). Se utiliza el término de división para las plantas y phyla para los animales.

Cuando se encuentra una población de organismos que aún no han sido descritos, es necesario determinar si pertenecen o no a una misma especie. Esto puede verificarse, si es posible observarlas o inducirlas, con cruzas entre los individuos de la población, donde podremos observar si hay descendencia y si ésta es fértil. Entonces, esos organismos se describen y caracterizan en forma detallada, para que otros taxónomos puedan reconocerlos o identificarlos. Como ejemplo se muestra la clasificación de algunos animales. Es importante señalar que existen categorías intermedias entre las que se señalan en el cuadro, debido a la diversidad genética dentro de una categoría, desde el reino hasta la especie.

Taxón	Gato	Perro	Humano	Grillo
Reino	Animalia	Animalia	Animalia	Animalia
Phylum	Chordata	Chordata	Chordata	Arthropoda
Subphylum	Vertebrata	Vertebrata	Vertebrata	Invertebrata
Clase	Mammalia	Mammalia	Mammalia	Insecta
Orden	Carnivora	Carnivora	Primates	Orthoptera
Familia	Felidae	Canidae	Hominidae	Locustidae
Género	*Felis*	*Canis*	*Homo*	*Schistocerca*
Especie	*Felis catus*	*Canis familiaris*	*Homo sapiens*	*Schistocerca americana*

Nomenclatura binomial: *Felis catus, Canis familiaris, Homo sapiens y Schistocerca americana*

En cada reino, los organismos agrupados en una misma categoría son los que comparten mayor número de características físicas, fisiológicas, genéticas y bioquímicas. Por ejemplo, perros, lobos, coyotes y zorros están clasificados dentro de la familia Canidae.

Pero esos animales también tienen rasgos comunes a otros, uno de ellos es ser carnívoros. Por eso la familia Canidae, la familia Felidae (gato doméstico, gato montés, leones, tigres, linces, leopardos, panteras, jaguares y pumas) y la familia Ursidae (oso pardo, oso americano, oso polar, etc.) se agrupan en el orden Carnívora. De esta manera se integran en las categorías taxonómicas que les corresponde (figura 3.42).

Para la clasificación de los vegetales se utilizan las mismas categorías taxonómicas, a excepción del "Phylum", que en los vegetales se denomina "División", como se puede observar en el siguiente cuadro.

Taxón	Pino	Pino de navidad	Ajo	Maíz
Reino	Plantae	Plantae	Plantae	Plantae
División	Coniferophyta	Coniferophyta	Magnoliophyta	Magnoliophyta
Clase	Coniferopsida	Coniferopsida	Liliopsida	Liliopsida
Orden	Coniferales	Coniferales	Liliopsidales	Liliopsidales
Género	*Pinus*	*Abies*	*Allium*	*Zea*
Especie	*Pinus montezumae*	*Abies religiosa*	*Allium sativum*	*Zea mays*

Nomenclatura binomial: *Pinus montezumae, Abies religiosa, Allium sativum y Zea mays.*

Como regla general, para todos los taxónomos del mundo, los nombres del género y la especie se escriben en letra cursiva y la primera letra del género en mayúscula. Además,

Scanned with CamScanner

los nombres científicos siempre se escriben con el género y la especie. El uso de estas dos palabras es lo que se conoce como nomenclatura binomial.

Los nombres de las categorías taxonómicas están en latín, de tal manera que los científicos de cualquier parte del mundo utilizarán y describirán a las especies en esta lengua para darles un carácter universal. Esto evita que las especies se nombren de acuerdo con el idioma del lugar o país donde se estudian y se les asignen nombres comunes que incluso se pueden repetir o confundir.

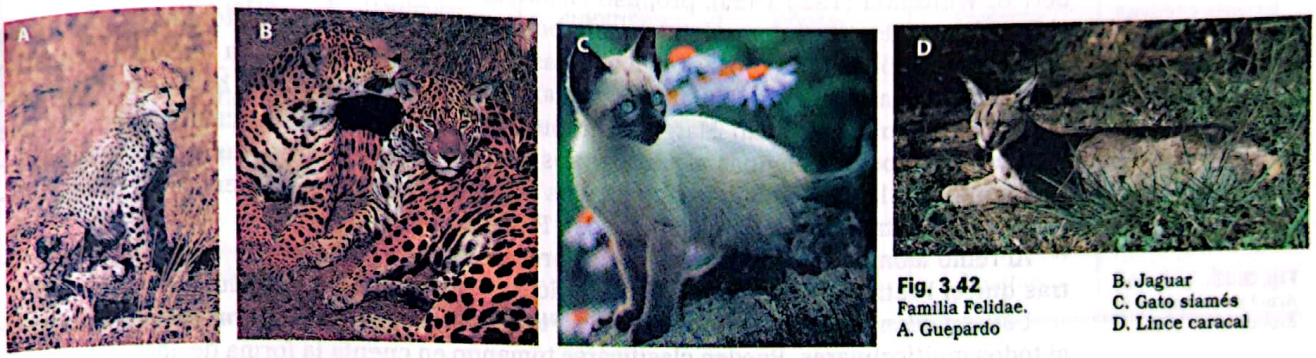


Fig. 3.42
Familia Felidae.
A. Guepardo
B. Jaguar
C. Gato siamés
D. Lince caracal

ACTIVIDADES

Visita a un zoológico, museo de Historia Natural o un parque

Objetivo: Observar la diversidad de animales y clasificarlos por las características que presentan.

Procedimiento:

1. Observa a los animales y distingue a los que tengan características semejantes como, por ejemplo:

   Felinos: tigres, jaguares, pumas, linces, gatos

   Ungulados (con pezuñas): caballos, venados, camellos, cabras, vacas

   Roedores: ratones, ratas, ardillas, tuzas, castores

   Primates: changos, simios, lémures, hombres

   Aves falconiformes: águilas, halcones, zopilotes, condores

   Aves psitaciformes: loros, papagayos, guacamayas

   Aves gaviformes: patos, gansos, cisnes

2. Selecciona dos órdenes de estos animales y observa lo siguiente:

   La forma de su cuerpo, cabeza, ojos, patas, etcétera.

   Anota las semejanzas y diferencias.

   Investiga su nombre común y científico.

   Averigua su hábitat y las adaptaciones a él.

   Su distribución geográfica y su importancia.

Scanned with CamScanner

4.5 Los cinco reinos de los seres vivos

Aristóteles clasificaba a los seres vivos en dos grandes reinos: Animalia (animales) y Plantea (vegetales). A las bacterias, los hongos y los protistas fotosintéticos se les incluía en el reino de los vegetales, y a los protozoarios en el de los animales. A partir de 1969, Robert H. Whittaker (1924-1980), propuso clasificar los seres en cinco reinos (figura 3.43).

Whittaker identificó dos reinos de microorganismos unicelulares, tomando como base una organización celular procariótica (células primitivas sin membrana nuclear) o eucariótica (células con organelos celulares membranosos). Esta clasificación ha sido la más aceptada en la actualidad. Lynn Margulis propuso, en 1971, pequeños cambios en los que incluyó protozoarios, algunas algas, algunos hongos entre los protistas, todos ellos eucariontes unicelulares o coloniales; en ella los seres vivos se agrupan a en cinco reinos: Monera, Protoctista (Protista), Fungi (hongos), Plantae y Animalia.

Al reino Monera lo constituyen células procarióticas, generalmente unicelulares, mientras que el Protista consta de células eucarióticas, casi siempre unicelulares.

Los organismos incluidos en los reinos Plantae, Animalia y Fungi son eucarióticos y casi todos multicelulares. Pueden clasificarse tomando en cuenta la forma de adquirir sus nutrimentos.

Los grupos del reino Plantae llevan a cabo la fotosíntesis y los del reino Fungi secretan enzimas al exterior de sus cuerpos, con las que degradan los compuestos y después absorben los nutrimentos que digieren externamente. La gran mayoría de los miembros del reino Animalia primero ingieren su alimento y después lo digieren, ya sea dentro de una cavidad o con células individuales.

Considerando los aspectos evolutivos principales, son cuatro los que se toman en cuenta para agrupar a los seres vivos en cinco reinos: la presencia del núcleo celular, el número y organización de sus células, y la manera como obtienen su alimento.

Número y organización de las células. Se dividen en seres unicelulares y pluricelulares. De estos últimos algunos forman tejidos, órganos y aparatos o sistemas.

Manera de obtener el alimento. Algunos seres son capaces de producir su propio alimento (autótrofos) y otros comen el alimento que forman los autótrofos (heterótrofos). La organización celular en ambos es distinta, ya que sus funciones lo son también.

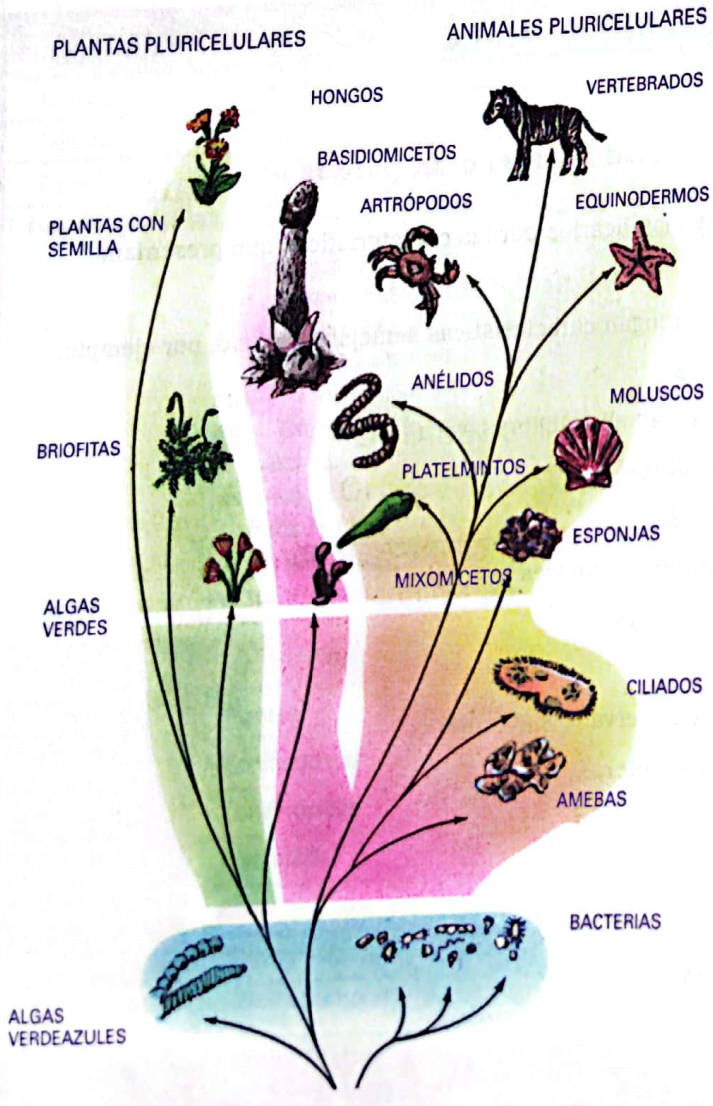


Fig. 3.43 Árbol taxonómico evolutivo.

Scanned with CamScanner

Algunas características de los cinco reinos son las siguientes:

Reino	Tipo celular	Número de células	Nutrición	Movilidad	Pared celular	Reproducción
Monera	Procarionte	Unicelular	Autótrofo y heterótrofo	Sésil	Ausente	Generalmente asexual
Protista	Eucarionte	Unicelular	Autótrofo y heterótrofo	Móvil y sésil	Presente en algas	Sexual y asexual
Animalia	Eucarionte	Multicelular	Heterótrofo	Móvil	Ausente	Sexual y asexual
Fungi	Eucarionte	En su mayoría multicelular	Heterótrofo	Sésil	Muchas veces presente	Sexual y asexual
Plantae	Eucarionte	Multicelular	Autótrofo	Sésil	Presente	Sexual y asexual

Reino monera

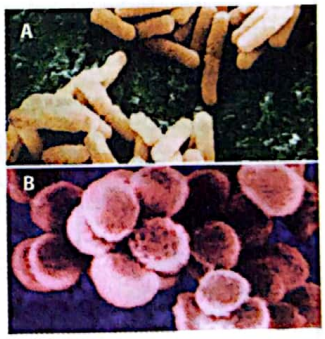
Está formado por organismos unicelulares procariontes, autótrofos o heterótrofos. Sus representantes son las bacterias y las cianobacterias (algas verdeazules o cianofitas). Algunas bacterias son capaces de vivir en hábitats muy diversos, ya que pueden usar una amplia variedad de fuentes de nutrimentos. Las cianobacterias llevan a cabo una fotosíntesis parecida a la de las plantas.

Las bacterias (figura 3.44) obtienen su energía mediante reacciones químicas en las que combinan el oxígeno con moléculas inorgánicas, como el azufre, el amoniaco, o los nitritos. En ese proceso, las que viven en el suelo liberan a la tierra los nitratos o sulfatos, los cuales son necesarios para las plantas.

Algunas bacterias están asociadas con raíces de las plantas formando pequeños abultamientos del tejido de la planta conocidos como nódulos. Esta relación, fundamental para ambas, se conoce como **relación simbiótica**. Las bacterias simbióticas también viven como parásitos en el intestino de los seres humanos.

Otras bacterias sintetizan sustancias tóxicas que causan enfermedades, como las que producen el tétanos y el botulismo, una forma letal de intoxicación por medio de alimentos contaminados. La sífilis y la gonorrea son enfermedades bacterianas transmitidas por contacto sexual directo.

Fig. 3.44
Diferentes tipos de bacterias.
A. Bacilos B. Cocos



Reino monera

Categoría taxonómica	Características generales
División Cyanophyta	Algas verdeazules también conocidas como cianobacterias, son microscópicas, forman filamentos de células; contienen pigmento verde, clorofila y otros pigmentos azules y rojos con los que realizan la fotosíntesis.
División Schyzophyta	Bacterias muy pequeñas, en forma de bastón (bacilo), esféricas (cocos), alargadas en espiral (espirilos), sin pared rígida (cubierta); algunas son saprobias (descomponen la materia orgánica) y otras son parásitas en animales, plantas y en el hombre.
Eubacterias	Son todas las bacterias con características típicas como membrana, pared celular, con filamentos móviles (flagelos).

Scanned with CamScanner

Bacterias mucilaginosas	Se conocen como mixobacterias. Tienen forma de bastón o de espiral, pared celular flexible. Son degradadoras de compuestos orgánicos. Producen grandes cantidades de material mucilaginoso donde establecen sus colonias.
Bacterias filamentosas	Bacterias formadas por células individuales envueltas por una cubierta común (vaina). Son saprobias (degradan la materia orgánica)
Actinomycetes	Mohos plasmodios deslizantes. Son multinucleados, se mueven por corrientes de citoplasma, tienen células sexuales flageladas y forman esporas.
División *Spirochaetae*	Son organismos delgados móviles, en forma de espiral flexible con una fibrilla central que tiene movimientos ondulantes. Son degradadoras y patógenas.
Rickettsias	Son organismos más pequeños que la mayoría de las bacterias, de pared rígida; todos son parásitos.
Micoplasmas	Son células muy pequeñas, con pared celular delgada o sin ella. Crecen en el interior de las células en algunos artrópodos (insectos y arácnidos) y en humanos. La mayoría son patógenas.

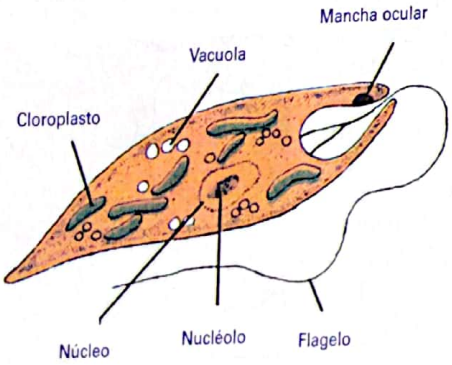


Fig. 3.45
Esquema de un protozoario (Euglena).

Reino protoctista

Este reino está representado por organismos eucariontes, unicelulares. Son de vida libre en el medio acuático, otros son fotosintéticos y saprófitos (se alimentan de materia orgánica en descomposición); algunos de ellos son parásitos. En este reino se agrupan las algas y los **protozoarios** (figura 3.45).

ACTIVIDAD

Productos fermentados

Introducción: La fermentación es un tipo de respiración anaerobia que llevan a cabo las bacterias y otros microorganismos. Este proceso ha sido utilizado por el hombre desde la antigüedad. Existen dos tipos de fermentación: la ácida, en la que el resultado del proceso es el ácido láctico; y la alcohólica, en la que el producto es etanol, dióxido de carbono y agua.

La fermentación ácida se realiza en células musculares en las que el oxígeno que entra no es suficiente para oxidar la glucosa y entonces se realiza la fermentación ácida. La fermentación alcohólica la realizan algunas bacterias y hongos.

Objetivo: Que los alumnos conozcan algunos productos fermentados por bacterias y levaduras, así como su tipo de fermentación.

Scanned with CamScanner

ACTIVIDAD

Realiza esta actividad en equipos de cinco compañeros.

Procedimiento:

1. Acude al supermercado o tienda cercana a tu casa.
2. Lee las etiquetas de los productos y apunta el nombre de aquellos que fueron sometidos a fermentación durante su preparación.
3. Investiga en las fuentes de información a tu alcance todo lo relacionado con el fenómeno de la fermentación, haciendo énfasis especial en los organismos que la producen y el proceso en los productos que encontraste.
4. Intercambia y analiza la información colectada con tus compañeros de equipo.

Con lo que hayas aprendido en los puntos anteriores, llena el cuadro siguiente:

Producto encontrado	Microorganismos que producen la fermentación	Tipo de fermentación

5. Expón ante tu equipo o el grupo los resultados de tu investigación.
6. Elabora con tu equipo las conclusiones sobre la importancia de la fermentación en la producción de alimentos

Cuestionario:

1. ¿Cuál fue el tipo de fermentación más común entre los productos que escogiste?
2. ¿Crees que las bacterias y levaduras fermentadoras tengan importancia económica?

Scanned with CamScanner

Reino protoctista

Categoría taxonómica	Características generales
Algas fotosintéticas	
División *Euglenophyta*	Algas unicelulares de aguas dulces y marinas.
División *Chrysophyta*	Algas unicelulares marinas, autótrofas, que se deslizan sobre el sustrato. Presentan dos conchas de sílice que embonan entre sí y protegen al organismo. Como ejemplo están las diatomeas.
División *Pyrrophyta*	Algas unicelulares marinas, autótrofas, dotadas de dos flagelos y, en la mayoría de los casos, de una pared de celulosa. Cuando se reproducen en demasía generan la llamada "marea roja" que envenena a los animales marinos.
División *Chlorophyta*	Algas verdes unicelulares o formando colonias y otras pluricelulares de aguas dulces.
División *Pheophyta*	Algas pardas, casi todas marinas.
División Rhodophyta	Algas rojas, son formas pluricelulares, la mayoría son marinas.
Protozoarios	
Phyllum *Mastigophora*	Organismos flagelados, formas parásitas y de vida libre.
Phyllum *Sarcodina*	Organismos con pseudópodos, tienen forma de amibas, algunos son parásitos y otros de vida libre.
Phyllum *Ciliophora*	Organismos con cilios, parásitos y de vida libre.
Phyllum Sporozoa	Organismos parásitos.

ACTIVIDAD

Observación de protozoarios en un cultivo de paja

Introducción: Muchos protozoarios son de vida libre y es fácil obtenerlos en charcas, pequeños estanques o lagos.

Objetivo: Que los alumnos observen algunos procesos de los protozoarios en una infusión de paja.

Procedimiento:

1. Prepara una infusión de paja con agua y déjala reposar por una semana para que puedas observar protozoarios. Agrega una gota de anilina en el recipiente del cultivo.
2. Coloca una gota de la infusión en un portaobjetos, cúbrela con un cubreobjetos y observa en el microscopio óptico con el objetivo de 10X.
3. Observa los diferentes protozoarios y describe todas las estructuras que adviertas en ellos.
4. Analiza con tus compañeros la gran cantidad de protozoarios que existen en una gota de agua. Solicita asesoría de tu maestro para identificar a los microorganismos.
5. Concluye con tus compañeros acerca de la necesidad de usar agua para el consumo personal que no contenga microorganismos y cómo se puede lograr esto.

Material:

- Microscopio óptico.
- 3 portaobjetos.
- 3 cubreobjetos.
- 1 gotero.
- 1 vaso de precipitados.
- 5 g de paja.
- 1 mechero.
- 1 soporte universal.
- 5 mL de Anilina.

Scanned with CamScanner

Reino fungi

Este reino agrupa a los hongos pluricelulares, todos son eucariontes, su cuerpo está formado por hifas multinucleadas; son heterótrofos y obtienen su alimento degradando la materia orgánica, también viven como parásitos de animales y vegetales (figura 3.46). Algunos viven en asociación con algas y forman lo que conocemos como líquenes. Los hongos les proporciona bióxido de carbono y humedad, mientras que las algas les dan carbohidratos. Otros se asocian con las raíces de las plantas y forman las micorrizas.

Reino Fungi

Categoría taxonómica	Características generales
Oomycetes	Hongos terrestres y acuáticos, paredes quitinosas, algunos son patógenos de plantas y animales.
Zygomycetes	Hongos cosmopolitas, habitan en diferentes lugares del mundo; forman esporas con paredes gruesas, son mohos que crecen en diferentes alimentos y semillas almacenadas; algunos causan enfermedades.
Ascomycetes	Hongos unicelulares en cadenas y otros forman talos en forma de setas y trufas; algunos son comestibles, otros son patógenos de plantas y animales.
Basidiomycetes	Hongos pluricelulares, forman setas y trufas; algunos son comestibles, otros producen toxinas que llegan a causar la muerte; otros son patógenos de plantas y animales.
Deuteromicetes	Se reproducen asexualmente, su pared celular está conformada por quitina; las células que forman la hifa están comunicadas por medio de septos; muchos de ellos son parásitos del ser humano y producen enfermedades en la piel, como la tiña, el pie de atleta y otras. Entre ellos destaca el *Penicillium*, que sirve para producir un poderoso antibiótico.

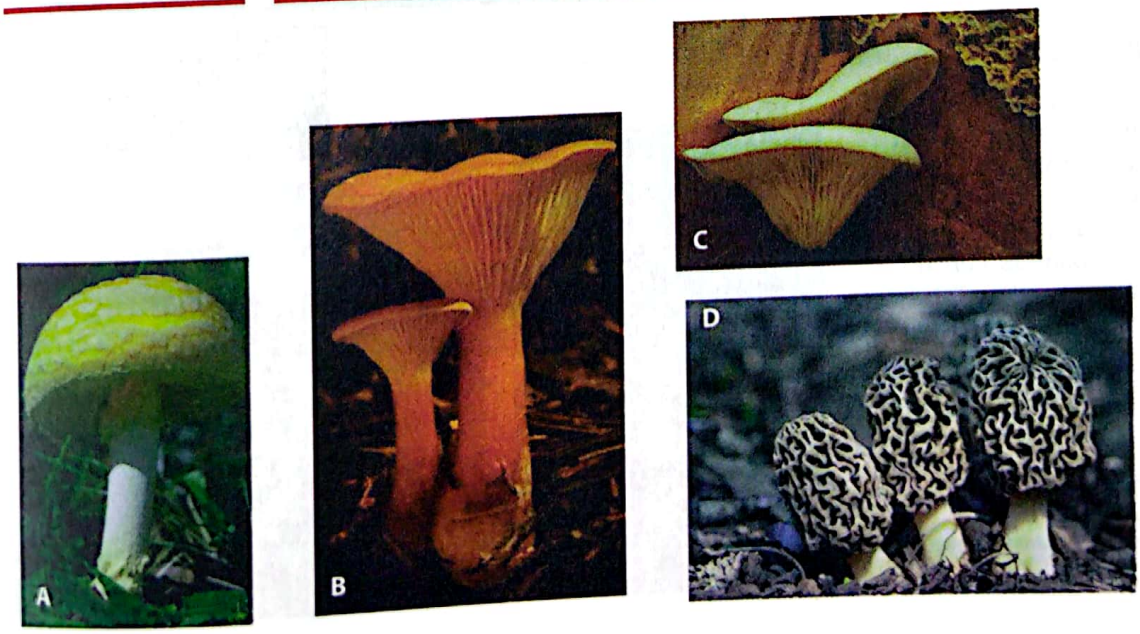


Fig. 3.46
Diferentes tipos de hongos.
A. *Amanita*
B. *Lactarius*
C. *Cantharellus*
D. *Morchella*

Scanned with CamScanner

ACTIVIDAD

Observación y descripción de diferentes tipos de hongos

Introducción: Los hongos son organismos más comunes de lo que parece. Algunos sólo los encontramos en el bosque o en la selva durante la época de lluvias, pero otros se desarrollan constantemente en alimentos que dejamos a la intemperie mediante sus **esporas** que se dispersan por todas partes.

Realiza esta actividad en equipos de cinco compañeros.

Objetivo: Que distingas y relaciones mediante la clasificación, a los distintos tipos de hongos.

Procedimiento:

1. Consigan tres tipos de hongos; dejen que se formen mohos en un pedazo de fruta como papaya o naranja, pueden dejar también tortillas húmedas en una bolsa de plástico cerca de la estufa.
2. En el laboratorio observen preparaciones permanentes de diferentes tipos de hongos.
3. Observen, dibujen y describan las partes visibles del hongo: sombrilla (píleo) y tallo (estípite) de los hongos grandes. Observa las laminillas (himeneo) en el microscopio y haz un dibujo de ellas.
4. Dibujen lo observado en las preparaciones, señalen las diferentes estructuras y, con la asesoría del profesor, indiquen a qué categoría taxonómica pertenece cada uno de los hongos.
5. Comparen sus observaciones con las de otros equipos.
6. Con ayuda de su profesor discutan los resultados.
7. Elaboren las conclusiones de este grupo de organismos y preséntenla a los otros equipos.

Material:

- Microscopio óptico.
- Lupa.
- 5 preparaciones permanentes con diferentes tipos de hongos por equipo.
- Un pliego de cartulina o cartoncillo.
- Marcadores y colores.

Reino plantae

Todos los miembros de este reino son organismos pluricelulares, eucariontes, autótrofos. Forman una diversidad de grupos que abarca desde los musgos, hepáticas, helechos y plantas con flores, hasta árboles grandes y pinos (figura 3.47).

Fig. 3.47
Diferentes tipos de plantas.
A. Pino
B. Musgo y plantas con flores rojas
C. Licopodios

Scanned with CamScanner

Reino Plantae

División	Características generales
División *Briophyta*	
Clase *Hepatopsida*	Hepáticas, plantas verdes pequeñas en forma laminar; habitan bosques y lugares húmedos.
Clase *Anthoceropsida*	Antoceros, plantas pequeñas aplanadas; habitan bosques y lugares húmedos.
Pteridofitas	
Clase *Mucopsida*	Musgos, plantas pequeñas con hojitas; habitan en lugares muy húmedos y sombreados de los bosques.
División *Psilophyta*	Psilotum, plantas sin hojas y sin raíz, tallo fotosintético. Con estructuras reproductoras (esporangios) casi siempre terminales; viven en lugares húmedos de la selva.
División *Sphenophyta*	Equisetos, se les conoce como articuladas o colas de caballo; plantas con raíces, tallos y hojas verdaderos. Los tallos están impregnados de sílice y presentan nudos de donde se originan las ramas. Los esporangios dispuestos en ramas fértiles. Viven en tierras pantanosas o inundadas, en zonas frías y templadas.
División *Lycophyta*	Selaginelas y licopodios, son plantas pequeñas, con hojas también muy pequeñas que habitan los bosques.
División *Pterophyta*	Helechos, plantas con frondas sobre las que se encuentran los soros (estructuras con función reproductora). Habitan zonas muy húmedas.
Gimnospermas	
División *Coniferophyta*	Coníferas, plantas leñosas como los pinos, abetos, cipreses; tienen hojas simples en forma de agujas o escamas, otros presentan hojas anchas. Semillas dispuestas en escamas agrupadas en conos. Habitan zonas templadas y frías.
División *Cicadophyta*	Cícadas, plantas con tallos generalmente leñosos y hojas en forma de palma. Las semillas están dispuestas sobre hojas modificadas a modo de escamas dentro de conos.
División *Ginkophyta*	Ginko, árboles leñosos y con hojas en abanico. Semillas dispuestas sobre bases alargadas (pedúnculos).
División *Gnetophyta*	Gnetofitas, grupo pequeño de plantas con semillas desnudas (sin envoltura). Habitan en lugares desérticos.
División Magnoliophyta	
Clase *Liliopsida*	Plantas herbáceas y leñosas con muy pocas especies representativas. Sus semillas tienen un solo cotiledón, son comunes los pastos y los cereales como el maíz y las palmas. Son cosmopolitas.
Clase *Magnoliopsida*	Plantas herbáceas y leñosas con una gran diversidad, forman semillas con dos cotiledones. Entre ellas encontramos a todas las frutas y legumbres. Están distribuidas en todo el planeta.

Scanned with CamScanner

ACTIVIDAD

Plantas medicinales

Introducción: México es un país rico en plantas con uso medicinal para el tratamiento de infinidad de padecimientos. Esta práctica que proviene desde la época prehispánica, aún es una costumbre de gran arraigo entre la población de nuestro país.

Objetivo: Que los alumnos identifiquen y conozcan el uso de las plantas y semillas medicinales de venta en el mercado.

Realiza esta actividad de manera individual.

Procedimiento:

1. Entrevista a una persona que se dedique a vender hierbas, cortezas, pedazos de troncos, semillas y plantas medicinales más comunes para el tratamiento de enfermedades. Pregúntale acerca del padecimiento que alivia, cuál es el nombre de la hierba, cómo se prepara, de qué región proviene, y otros datos que te parezcan interesantes. De preferencia anota tus preguntas previamente en una libreta. Consigue una muestra de cada ejemplar.
2. Después, elabora un cuadro similar a los que hemos mostrado en actividades anteriores y pega una muestra del material vegetal; asimismo, organiza en el cuadro los datos que obtuviste de tu entrevista. En caso de no obtener la entrevista, puedes consultar libros y revistas de divulgación científica, por ejemplo: *¿Cómo ves?* (revista de divulgación científica editada por la UNAM), sitios de Internet, etcétera.
3. Con base en tus resultados, discute la importancia de este tipo de plantas medicinales y la conveniencia de continuar con la práctica de consumirlas.
4. Escribe tus conclusiones acerca del uso de plantas medicinales, la variedad y tipos que conseguiste.
5. Con base en los cuadros de la clasificación y características de los integrantes de los cinco reinos, así como en otras fuentes que consigas, señala la ubicación de los vegetales que encontraste en el mercado.
6. Expón al grupo los resultados del trabajo de tu equipo y, con ayuda de tu profesor, discute tus impresiones sobre esta actividad.

Reino Animalia

El reino Animalia está conformado por organismos con las siguientes características: son pluricelulares, heterótrofos, son capaces de reproducirse sexualmente, aunque algunos utilicen otras formas; sus células carecen de pared celular; son móviles durante alguna etapa de su vida y poseen células nerviosas (figura 3.48).

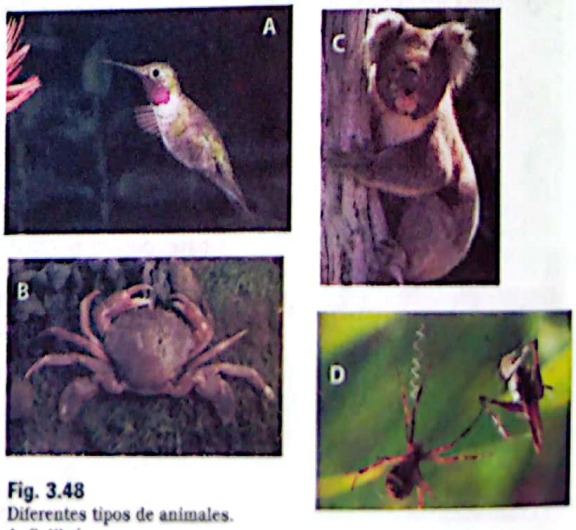


Fig. 3.48
Diferentes tipos de animales.
A. Colibrí
B. Cangrejo
C. Oso koala
D. Araña

Scanned with CamScanner

Reino Animalia

Phylum	Características generales
Porífera	Son los más sencillos de los animales, carecen de tejidos y órganos, sin embargo, alternan la reproducción sexual y asexual (gemación). Presentan un sistema de espículas que mantienen la forma del animal. Ejemplo: las esponjas.
Cnidaria	Presentan ya una red nerviosa que les permite reaccionar ante los estímulos, se reproducen por vía sexual y por gemación. Ejemplo: la hidra y la medusa.
Platyhelmintes	Presentan una cabeza definida, aparato digestivo, sistema nervioso ganglionar y su reproducción puede ser sexual y asexual (son hermafroditas). Ejemplo: planaria y fasciola hepática.
Nemátoda	Son gusanos cilíndricos, se les encuentra en el medio acuático y terrestre, muchos de ellos son parásitos. Ejemplo: triquina.
Anélida	Son gusanos redondos segmentados que presentan boca y ano separados, sistema nervioso con ganglios en cada segmento y la mayoría son hermafroditas. Ejemplo: lombriz de tierra.
Arthropoda	Presentan articulaciones externas, la mayoría con cuerpo cubierto con un exoesqueleto; respiran por medio de traqueas, agallas o pulmones incipientes. Incluye a los arácnidos, insectos y crustáceos.
Mollusca	Presentan cuerpo blando protegido por estructuras de carbonato, respiran por branquias o pulmones, presentan reproducción sexual (la mayoría). Ejemplo: caracol, pulpo, calamar, almeja.
Echinodermata	Presentan un endoesqueleto debajo de la piel y un sistema nervioso más evolucionado; se reproducen sexualmente y en estado adulto presentan simetría radial. Ejemplo: estrella de mar.
Chordata	Presentan un esqueleto interno de cartílago o hueso, respiran por pulmones o branquias, presentan un sistema nervioso bien desarrollado y, generalmente, su reproducción es sexual. Ejemplo: peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos.

Scanned with CamScanner

ACTIVIDAD

Reportajes sobre diferentes especies en una revista de divulgación científica

Introducción: El conocimiento y uso de la biodiversidad es un tema actual en muchas revistas de divulgación científica. En éstas se da a conocer cómo viven algunos organismos, qué peligros existen para algunas especies, o incluso qué utilidad pueden tener para la humanidad. Los reportajes van acompañados de ilustraciones y en general los títulos son sugestivos; por ejemplo: "La vida en el fondo del océano", "Plaineadores salvajes", "Vacunas comestibles", entre muchos otros.

Objetivo: Que los alumnos se inicien en la investigación de temas importantes y de actualidad dentro del campo de la Biología.

Procedimiento: Realiza esta actividad en equipos de cinco compañeros.

1. Realicen un reportaje de los siguientes temas:
   - Los caballos y su utilidad práctica
   - Historias sobre los murciélagos
   - Los ratones y su reproducción
   - Los marsupiales de México
   - La inteligencia de los delfines

Nota: Puedes investigar cualquier otro tema que te interese o del que tengas material de consulta. Infórmale al maestro y solicita su autorización.

2. Seleccionen uno de los temas anteriores o propongan otros más, relacionados con los temas de esta unidad. Intenten establecer los subtemas que pueden incluir en su reportaje. Pidan ayuda a su profesor o profesora de Español para que los guíe en la elaboración de su reportaje. Recuerden que pueden incluir entrevistas, crónicas, datos históricos, estadísticas.
3. Hecho lo anterior, distribúyanse las tareas (investiguen en revistas, textos científicos e Internet, realicen las entrevistas que tengan planeadas hacer a algún especialista en el tema), así como el material gráfico con el que ilustrarán su trabajo. Organicen la información de acuerdo con el esquema previamente establecido.
4. Redacten un borrador de su trabajo y coméntenlo con los demás equipos, de manera que la crítica constructiva de sus compañeros sirva para mejorar su trabajo.
5. Realicen las correcciones pertinentes y redacten la versión final de su reportaje, incluso con un título diferente al que se sugirió.
6. Presenten su reportaje al grupo, y permitan el intercambio de opiniones de manera respetuosa.
7. Después de la exposición de trabajos, júntenlos y formen una revista.
8. Con ayuda de su profesor, elijan un nombre para su publicación entre todos los equipos. Distribúyanse las tareas de organización de los temas, la elaboración de la portada, la página de créditos autorales, el índice y el encuadernado.
9. La revista permanecerá en el aula como referencia, para consulta bajo el cuidado del profesor.

ACTIVIDADES DE CONSOLIDACIÓN

1. ¿Qué entiendes por generación espontánea?
2. ¿A qué crees que se debe el hecho de que el creacionismo perdurara tanto tiempo en las creencias del ser humano?
3. ¿Qué aspectos consideras coherentes en la hipótesis de la panspermia y cuáles consideras que no son posibles?

Scanned with CamScanner

4. ¿Qué aportaron Oparin-Haldane con su propuesta sobre el origen de la vida?
5. ¿Por qué los experimentos de Oparin-Haldane los llevaron a formular la teoría sobre el origen de la vida?
6. ¿Qué opinas de la hipótesis de la síntesis prebiótica? Explícalo.
7. ¿Por qué los experimentos de Stanley Miller y Urey fueron importantes?
8. ¿En qué crees que radica la importancia de los fósiles para conocer la evolución de las especies?
9. ¿Por qué es posible utilizar los elementos radiactivos para determinar la edad de un fósil?
10. ¿Cuáles técnicas para calcular la edad de los fósiles te parecen más exactas y por qué?
11. ¿Qué criterios crees que se han utilizado para delimitar las eras geológicas?
12. ¿Cuáles consideras que han sido los cinco eventos más importantes en la historia de los seres vivos? ¿Por qué?
13. Explica por qué es importante el mantenimiento de la biodiversidad.
14. ¿Cuáles crees que sean las causas que más afectan a la biodiversidad en nuestro país?
15. ¿Por qué crees que México ocupa un lugar muy importante en la biodiversidad de su flora y su fauna a nivel mundial?
16. ¿Para qué crees que sirva la taxonomía?
17. ¿Por qué crees que existen diferentes niveles taxonómicos?
18. Explica qué criterios se utilizaron para determinar la existencia de los cinco reinos vigentes actualmente.

Abióticamente. Sin la intervención de un ser vivo.

Aerobio. Organismo que utiliza el oxígeno en el proceso de respiración.

Anaerobio. Organismo, generalmente unicelular, que utiliza una sustancia diferente al oxígeno para obtener la energía.

Antropoides. Grupos de mamíferos primates que tienen la forma del ser humano.

Antropomorfo. Que tiene forma parecida al humano.

Árbol filogenético. Es un artilugio gráfico que representa la historia evolutiva de una especie, género, familia, etc., en la que se muestran las relaciones existentes entre los integrantes del grupo.

Arcos ciliares. Son estructuras óseas localizadas en la parte baja de la frente y rodean la parte superior de la cavidad ocular (ojos).

Atmósfera primitiva de la Tierra. A ella hacen referencia Oparin y Haldane en su teoría sobre el origen de la vida, donde se supone que estaba conformada por CH_4 (metano), NH_3 (amoniaco), H (hidrógeno) y vapor de agua, entre otras sustancias.

Autótrofo. Organismo fotosintético o quimiosintético que produce su propio alimento a partir de la luz, agua y dióxido de carbono (en el caso de los primeros) o bien de compuestos químicos orgánicos e inorgánicos simples (segundos).

Bacterias. Organismos unicelulares que carecen de membrana nuclear y cuyo nucleoide se encuentra distribuido en el citoplasma. Se consideran los seres vivos más sencillos.

Cáncer. Trastorno en los mecanismos que controlan la reproducción y diferenciación de las células en los organismos pluricelulares, sobre todo en los animales.

Cercas vivas. Línea de árboles que se siembran alrededor de los cultivos para protegerlos de la erosión del viento.

Coacervado. Sistema formado por moléculas muy complejas y que se encuentra separado del medio por una membrana. Según la propuesta de Oparin constituye una forma de organización previa a los seres vivos.

Cortinas rompevientos. Son obstáculos formados por especies vegetales arbustivas o arbóreas, que se utilizan como barreras para disminuir la velo-

Scanned with CamScanner

cidad del viento; además, favorecen la infiltración, frenan el escurrimiento y detienen los sedimentos producidos por las pendientes de la ladera.

Desertificación. Por lo general, es la consecuencia de una combinación de sobrepastoreo, erosión del suelo, sequía prolongada y cambio de clima. Es la última etapa del proceso de degradación de los suelos debido al mal manejo de este recurso. Ocurre en toda clase de climas, pero es más grave en condiciones de aridez.

Ecosistema. Comunidad de seres vivos cuyos procesos se relacionan entre sí y se desarrollan sobre la base de factores físicos en un medio.

Endémicas. Se dice de especies que son propias y exclusivas de una región o lugar determinados.

Eón. Unidad de tiempo geológico en que se divide la evolución del planeta Tierra. Son Hadeano, Arqueano, Proterozoico y Fanerozoico.

Erosión. Es la pérdida de la capa de suelo por la acción de agentes erosivos como el aire, el agua y el viento.

Esporas. Es un corpúsculo asexual característico de las plantas inferiores que, al caer en un lugar propicio para su desarrollo, da origen a una nueva planta.

Estromatolitos. Formaciones calcáreas producidas por bacterias y algas cianofíceas. Constituyen los vestigios de vida más antigua.

Eucarionte. Organismo cuyas células presentan el material genético envuelto en una membrana nuclear. Se refiere a organismos uni o pluricelulares.

Fanerógamas. Plantas con flores y semillas.

Gérmenes. Se dice de microorganismos capaces de producir enfermedades.

Hábitat. Tipo de ambiente en donde vive determinada especie.

Hidrografía. Estudia todos los cuerpos de agua: ríos, lagos, lagunas, manantiales, mares y océanos.

Hongos. Organismos carentes de clorofila, algunos microscópicos y otros macroscópicos, con un pseudotejido conocido como micelio formado por filamentos celulares llamados hifas.

Microesférulas. Pequeñas gotas separadas del medio acuoso por una membrana rudimentaria.

Meteoritos. Cuerpos extraterrestres, de piedra o metal que posiblemente se han originado en el cinturón asteroide, que entran a la atmósfera terrestre y, a veces, llegan hasta la superficie del planeta. La gran mayoría se desintegra al atravesar la atmósfera.

Mantos acuíferos. Son ríos subterráneos naturales que se forman por infiltración del agua.

Microfósil. Fósiles muy pequeños que sólo se observan con el microscopio. Son importantes porque aportan gran cantidad de información sobre el ambiente de la época; por ejemplo, polen fósil.

Monocultivos. Cultivo de un solo tipo de planta, por ejemplo, maíz.

Nutrimentos. Son las sustancias contenidas en el alimento que son utilizadas por el organismo que las consume como fuente de energía para accionar la maquinaria del mismo.

Orografía. Estudia el relieve de la superficie terrestre.

Oxidación. Proceso químico que consiste en la liberación de energía e hidrógenos o electrones de moléculas.

Procariontes. Organismos unicelulares que carecen de membranas celulares internas; el material nuclear está disperso en el protoplasma y los compuestos químicos de la respiración se encuentran distribuidos en la membrana protoplásmica; carecen de organelos celulares.

Protistas fotosintéticos. Organismos unicelulares con pigmento fotosintético llamado clorofila, son microscópicos. Su reproducción asexual es por medio de esporas, y la sexual es por conjugación.

Simbiogénesis. Hipótesis que trata de explicar el origen de las células eucariontes mediante la unión de células que tenían ciertas capacidades, formando organismos con las cualidades de ambas. Por ejemplo, se dice que las mitocondrias eran células que realizaban la oxidación y que fueron ingeridas (sin digerir) por otra célula. También se contempla el caso de los cloroplastos, de los cuales se dice que, eran células que podían realizar la fotosíntesis y, al unirse con otras, pasaron a formar parte de ellas (células vegetales).

Simbiosis. (Del griego, *symbioun*, "vivir juntos"), en biología, la interdependencia de dos organismos de especies diferentes que obtienen beneficio.

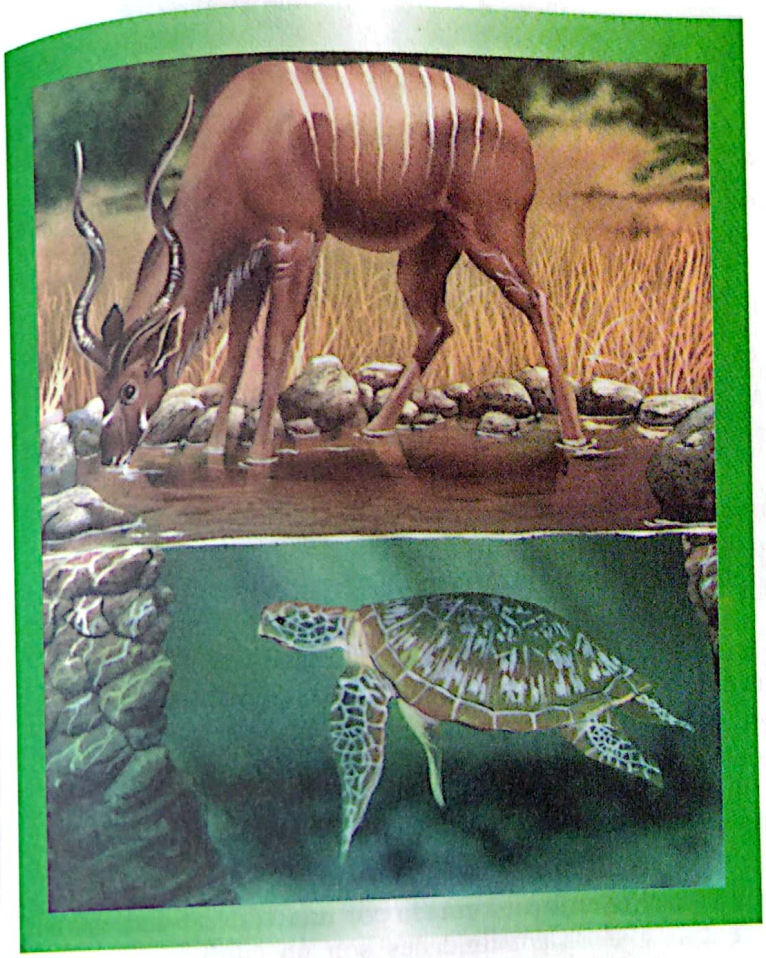
Taxón. Es un agrupamiento de organismos de cualquier nivel como especie, género, familia, orden, clase, phylum, reino.

Virus. Partícula orgánica no celular parasítica que está formada por una capa de proteína que envuelve al filamento de material genético. Los virus se multiplican sólo dentro de las células de los organismos vivos.

Scanned with CamScanner

BIOLOGÍA 1

UNIDAD 4



ECOLOGÍA: LOS SERES VIVOS Y SU AMBIENTE

Los estudios ecológicos han tomado gran importancia debido al deterioro continuo del ambiente. A principios del siglo xx los primeros ambientalistas dieron a conocer los problemas que enfrenta el planeta por el daño ocasionado con el desarrollo de las ciudades, industrias, zonas agrícolas y ganaderas.

El crecimiento urbano ha llegado a ocupar sitios donde antes se establecían plantas y animales; ha modificado el hábitat de esas especies y eliminado los sitios de refugio y alimentación de otras. Además, la práctica de innumerables actividades contaminantes ha contribuido a incrementar el problema.

En la actualidad, los ecólogos son las personas dedicadas a estudiar las especies en cuanto a su fisiología con relación al ambiente, sus relaciones con los individuos de la misma especie y con otras especies, su función en la naturaleza y el medio en que se desenvuelven.

Debido a la necesidad de hacer una valoración de los recursos bióticos de nuestro planeta, sus condiciones actuales y los problemas que enfrentan en su hábitat, biólogos y ecólogos hacen estudios taxonómicos de muchas especies en diferentes áreas naturales, así como de la distribución y estado en el que se encuentran y analizan los principios organizadores de la biodiversidad, para elaborar programas que permitan la conservación, recuperación y rehabilitación de áreas naturales. Asimismo, realizan estudios de métodos de producción forestal y agrícola para alcanzar mayores rendimientos con menor daño al ambiente.

Scanned with CamScanner

UNIDAD 4

ECOLOGÍA: LOS SERES VIVOS Y SU AMBIENTE

En esta unidad podrás conocer las características del ambiente y su relación con las poblaciones y las comunidades. Aprenderás cómo se mantienen las comunidades y de dónde proviene la energía que se utiliza en los sistemas ecológicos. Tendrás la oportunidad de conocer los diferentes tipos de ecosistemas, el grado de afectación o transformación por parte del ser humano. Cómo se relaciona el hombre con la naturaleza y los efectos de esta relación. Como resultado de las actividades humanas y del modo de explotación de los recursos, se analizan los problemas de contaminación del aire, agua y suelo, así como algunas acciones que pueden llevarse a cabo para la solución de estos graves problemas.

PREGUNTAS INTRODUCTORIAS

1. ¿Qué rama de la biología estudia la relación de los organismos vivos con su ambiente?
2. ¿Cuáles son los factores bióticos y abióticos del ambiente?
3. ¿Conoces algunas formas de relaciones donde interactúan especies diferentes?
4. ¿Sabes cómo se realiza el ciclo del agua en el ambiente y cuál es su importancia?
5. ¿Conoces cómo se capta la energía solar y cómo se transfiere a las diversas especies de un ecosistema?
6. ¿Cuáles son los principales problemas ambientales?

CONCEPTOS CLAVE

- Ecología es la ciencia que estudia las relaciones entre los diversos organismos, y de éstos con el medio abiótico en que viven.
- Factores abióticos y bióticos: los factores abióticos se refieren a las características físicas o químicas del ambiente que afectan directamente a los organismos. Los factores bióticos son todas las interacciones de los seres vivos entre sí y con el ecosistema.
- Poblaciones y comunidades. Una población está conformada por una serie de individuos de la misma especie, mientras que las comunidades son un conjunto de poblaciones diferentes que se relacionan entre sí y conviven en una zona determinada.
- Ecosistema es el conjunto de organismos y factores del ambiente en que interactúan formando un sistema estable, en el cual hay un intercambio de elementos orgánicos e inorgánicos, y de energía.
- Deterioro ambiental es la consecuencia de las alteraciones al ambiente que se producen en forma natural o que son inducidas por el ser humano. Entre las causas de origen antropogénico están la deforestación, la desecación de humedades, las emisiones industriales y de automotores, la sobreexplotación o mala explotación agrícola, entre otras, que producen modificaciones en los ecosistemas y repercuten en la salud de todos los seres vivos.
- Acciones conservacionistas son aquellas actividades que contribuyen a evitar la pérdida de determinados recursos bióticos y recuperar su número normal de individuos.

Scanned with CamScanner

LECCIÓN 1

1. Concepto de ecología

El término ecología fue usado por el biólogo alemán Ernest H. Haeckel (1834-1919) para definir el estudio de las relaciones de un organismo con su ambiente orgánico e inorgánico. La palabra ecología deriva del vocablo griego *oikos*, que significa casa o lugar donde se vive, es decir, la **ecología** es la ciencia o estudio de los organismos en su medio.

En la actualidad la ecología se divide en autoecología, que estudia las relaciones de una sola especie con su medio, y sinecología, que analiza las relaciones entre las distintas especies de una comunidad (figura 4.1).

Para su estudio la ecología se ubica en los siguientes niveles de organización.

Fig. 4.1
Arrecife de coral y organismos asociados. Ejemplo de una comunidad marina.

1. **Población**. Conjunto de organismos de la misma especie que viven en un área y tiempo determinados. La población tiene características propias que pueden medirse en tasas de natalidad, de mortalidad y de crecimiento.
2. **Comunidad**. Conjunto de poblaciones de diferentes especies que viven en un área determinada y que interactúan entre sí (figura 4.2).
3. **Ecosistema**. Es el conjunto de poblaciones que interactúan entre sí y con un medio físico determinado, conformando un sistema dinámico con intercambio de materia y energía.
4. **Biosfera**. Es la parte de la hidrosfera, la litosfera y la troposfera donde se desarrolla la vida. Su estudio es posible en unidades menores como los biomas y los ecosistemas.

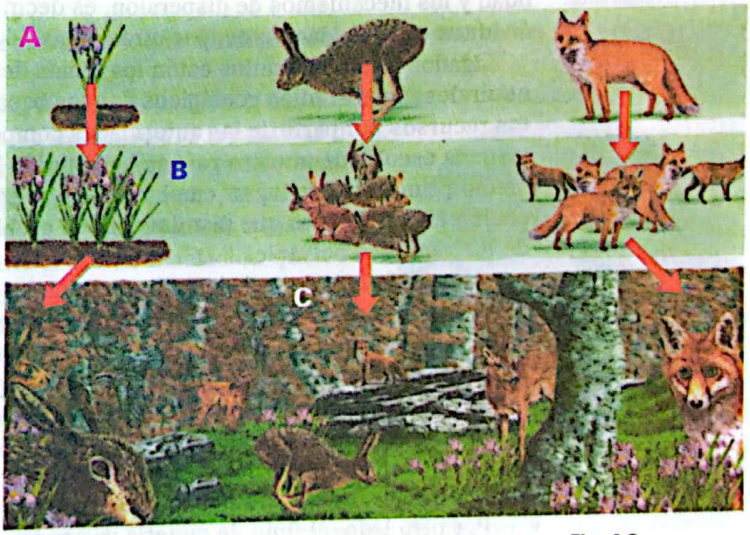


Fig. 4.2
Los organismos de la misma especie forman poblaciones. El conjunto de poblaciones diferentes constituye comunidades.
A. Individuos
B. Poblaciones
C. Comunidades

1.1 Importancia del estudio de los procesos ecológicos

En todo el mundo se realizan investigaciones relacionadas con la ecología dedicadas a conocer más ampliamente las interacciones de las especies; a explicar las causas de la distribución de los organismos, y los factores físicos y biológicos que rigen esa distribución. Otros estudios pretenden explicar los factores que controlan el número de organismos de una especie

Scanned with CamScanner

particular, lo que los mantiene en magnitudes estables y los principios que permiten predecir la conducta futura de un conjunto de organismos.

La ecología es un área biológica que se relaciona con otras ciencias para integrar su conocimiento, entre otras están las siguientes:

Ciencias relacionadas con la ecología	Contribución
Meteorología	Aporta datos climáticos de las diferentes regiones.
Geología	Brinda información sobre el origen y las características de los suelos, así como de la distribución de fósiles en diferentes estratos geológicos.
Antropología	Cuenta con estudios sobre el hombre y otros primates desde sus orígenes.
Economía	Ofrece datos de producción y consumo de bienes.
Sociología	Aporta información sobre las necesidades de los diferentes grupos sociales y sus formas de organización.
Estadística	Aporta y organiza datos numéricos de individuos, poblaciones y especies que permiten observar variaciones o cambios cuantitativos evidentes.
Geografía	Reúne información sobre la población y su distribución en el planeta o en zonas determinadas.

El eje central de estudio de la ecología son los factores que influyen en la población y su dinámica, es decir, el número de individuos de una especie por unidad de área (densidad de población), el crecimiento de la población con base en los índices de natalidad y mortalidad y los mecanismos de dispersión, es decir, los diferentes medios que facilitan a los individuos de la población ocupar otras áreas.

Ligados a estos estudios están los temas de conservación y explotación de los recursos naturales. Los estudios ecológicos dan las bases para planear mejor el uso y manejo de estos recursos por parte de las autoridades competentes. Dada la importancia del tema, en el sistema escolar de nuestro país se ha incluido la asignatura de educación ambiental, como medio principal para lograr cambios en la conducta de los ciudadanos, y lograr su participación en actividades que disminuyan los problemas de contaminación y sobreexplotación de los recursos naturales.

A pesar de la gran variedad de comunidades naturales y de la diversidad de combinaciones entre sus componentes bióticos y abióticos, se pueden distinguir algunas características estructurales y funcionales que son generales a todas ellas.

En todo ecosistema se encuentra una superposición de dos ciclos, uno de materia y otro de energía; el primero es un ciclo cerrado donde los organismos de los diferentes niveles tráficos, asimilan sucesivamente los nutrientes que son degradados hasta convertirlos en sustancias inorgánicas como el agua, bióxido de carbono y sales minerales, que vuelven a repetir el recorrido en su trayecto por la parte viva del ecosistema y por el medio físico.

Por otro lado, el flujo de materia va acompañado por el flujo de energía, pero ésta tiene un ciclo abierto ya que se transforma y degrada en diferentes formas de energía. La solar es fuente de energía y es fijada por la fotosíntesis que la transforma en energía química (carbohidratos). Posteriormente la respiración la convierte en energía biológica (ATP) que los seres vivos utilizan y transforman en energía calorífica, mecánica, eléctrica, metabólica, y que se disipa en forma de calor hacia el espacio.

Scanned with CamScanner

LECCIÓN 2

2. Los sistemas ecológicos

2.1 Factores bióticos y abióticos del ambiente

En los jardines botánicos pueden observarse diversidad de plantas y el ambiente en el que viven, sin embargo, no deja de sorprender la variabilidad de caracteres que presentan relacionados con el ambiente. Los seres vivos se adaptan al medio para sobrevivir pero también influyen en el medio físico de su hábitat.

Factores abióticos

Los ecólogos estudian los componentes del ambiente y cómo se relacionan con los organismos. Estos componentes se llaman factores abióticos. Los patrones de distribución local en la mayoría de las especies están limitados por ciertos factores físicos o abióticos. Éstos se refieren a las características físicas o químicas del ambiente que afectan directamente a los organismos, como la energía, el clima, el agua, el suelo y otros.

Energía

La luz solar es la principal fuente de **energía** que mantiene directa e indirectamente a las comunidades en un ecosistema. Es la fuente energética que utilizan las plantas para realizar la fotosíntesis y con esta función se inicia el flujo de energía del ecosistema.

Clima

El clima es el conjunto de fenómenos meteorológicos, que condiciona todas las formas de vida y su actividad.

Los factores climáticos son la insolación, la latitud, la altitud, las corrientes marinas y la distribución de tierras y mares. La **insolación** es la cantidad de radiación solar que llega a la superficie terrestre y la energía que absorben los continentes y océanos. Debido a la inclinación del eje terrestre, la radiación solar se proyecta según las estaciones en cada hemisferio. Las zonas climáticas se deben principalmente al diferente grado de insolación que se registra en las diversas regiones del mundo.

La **latitud** se define como la distancia angular de un punto sobre la superficie de la Tierra norte o sur del ecuador (figura 4.3). La cantidad de radiación solar que recibe la Tierra disminuye con la latitud del ecuador a los polos. La **altitud** es la distancia vertical tomando como referencia el nivel del mar. La temperatura disminuye con la altura, porque el aire recibe menor radiación calórica de la superficie.

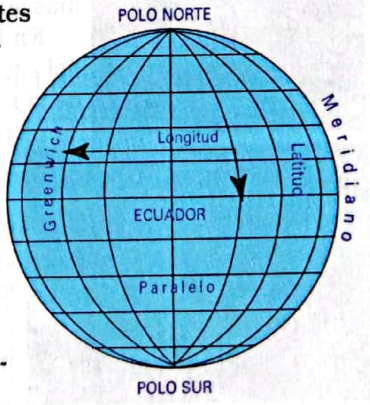


Fig. 4.3 La latitud se determina a partir del ecuador, usando los paralelos. La longitud se mide a partir del meridiano de Greenwich, usando los meridianos.

Las **corrientes marinas** son movimientos de grandes volúmenes de agua. Las corrientes, frías o calientes, influyen en la temperatura del aire. La **distribución de tierras** y mares influye en la temperatura. Los lugares alejados del mar tienen temperaturas extremosas.

Además, el clima se modifica por elementos como:

- **Temperatura** es una medida del calor en un momento y lugar determinados y depende del grado de insolación entre otros factores.

Scanned with CamScanner

- **Precipitación** es la caída de agua en estado líquido (lluvia) o sólido (granizo o nieve). Se mide en centímetros cúbicos (cc).
- **Humedad** es la cantidad de vapor de agua que contiene el aire, proveniente de la evaporación de los océanos y otras fuentes de agua continentales.
- **Nubosidad** se produce por la condensación del agua (paso del estado gaseoso a líquido), formándose grandes conjuntos de pequeñas gotas líquidas que flotan en el aire.
- **Viento** es el aire en movimiento originado por el desequilibrio de la presión de áreas de alta presión atmosférica hacia las de baja presión atmosférica.

Fig. 4.4 Cardonal en la costa sonorense, con adaptaciones que evitan la pérdida de agua.

Temperatura

La **temperatura** depende de la energía calorífica recibida por la luz del sol y se mide en **grados Celsius** y **grados Fahrenheit** o **Kelvin**. Las zonas del hemisferio Norte y Sur presentan temperaturas más bajas porque reciben menor radiación solar anual. Algunos organismos tienen adaptaciones fisiológicas y estructurales que les permiten soportar temperaturas de 0 °C o menores, y otros sobreviven a temperaturas mayores de 45 °C. La temperatura es un factor que limita la distribución de las diferentes especies de organismos.

Las variaciones de temperatura en las diferentes regiones del planeta, asociadas con la latitud y la altitud, influyen en los movimientos del aire y, por tanto, en las precipitaciones pluviales, lo cual determina la humedad del ambiente. Por ello, los vientos que provienen del mar tropical son cálidos y acarrean elevada humedad y precipitación fluvial. La flora y la fauna que se desarrolla en los trópicos presenta adaptaciones que les permiten vivir en medios húmedos, con elevada temperatura y radiación solar.

Los seres que carecen de adaptaciones a temperaturas extremas (bajas o elevadas) pueden tener conductas que favorezcan su supervivencia, como migrar a sitios cálidos que ofrecen alimento y espacio para la reproducción, otros hibernan en épocas frías cuando los recursos alimentarios escasean. Las migraciones son características de las aves, aunque existen mamíferos que se desplazan a regiones con temperaturas más adecuadas, dependiendo la época del año.

En las zonas desérticas, las plantas presentan adaptaciones que evitan la pérdida del agua, como tallos y hojas gruesas que almacenan agua; reducción de la superficie de la hoja; **estomas** hundidos en la epidermis; sobre la epidermis, una cubierta de cera que evita la evaporación del agua y raíces poco profundas pero que abarcan una zona amplia del suelo (figura 4.4).

Fig. 4.5 Madroño y abeto, árboles que se distribuyen en la Sierra Madre chihuahuense.

Los animales beben agua continuamente y de esta forma compensan el agua que pierden en la excreción y la transpiración. Los animales que viven en zonas semiáridas obtienen agua de las reacciones químicas de las cuales se desprenden moléculas de agua.

La altitud y la latitud provocan efectos térmicos similares. La temperatura media de la atmósfera disminuye 5 °C por cada grado de aumento en la latitud o por cada 100 metros de elevación. Por ejemplo, a lo largo de una montaña la distribución de las plantas puede variar: en las partes bajas predominan hierbas y arbustos y en las altas los árboles; conforme se avanza hacia la latitud norte, se observa el mismo patrón de distribución en zonas frías la vegetación es parecida a la de las partes altas de las montañas (figura 4.5).

Agua

El agua es una sustancia ampliamente difundida en la naturaleza y de la cual necesitamos todos los seres vivos. Su capacidad para disolver muchas moléculas hace accesible muchas sales minerales a los vegetales, que sólo de esa manera las pueden aprovechar. Por esa razón

Scanned with CamScanner

se le considera como solvente universal. Los minerales del suelo son disueltos en agua y de esta forma son absorbidos por la raíz; de allí son transportados a través del cilindro vascular de la planta.

El agua existe en tres estados físicos a la temperatura ambiente y determina condiciones a los ecosistemas de los que forma parte. Es el hábitat más grande del planeta ya que cubre dos terceras partes de su superficie, sin contar las zonas polares o cimas de montañas. En cada lugar habita una flora y fauna adaptados a las condiciones creadas por el agua. Al fluir o dejar de hacerlo, el agua puede modificar importantes factores climáticos y accidentes geográficos produciendo desiertos, vergeles, reencauzar ríos y muchas otras modificaciones más al ecosistema (figura 4.6).

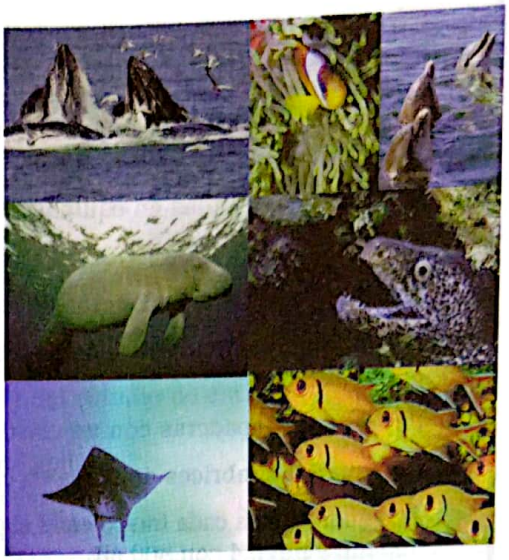


Fig. 4.6
El agua es el hábitat de muchos organismos.

Suelo

El suelo es el sustrato sobre el que se establecen muchos de los seres vivos. El suelo tiene diferente composición química de acuerdo con su origen, de ello dependen la cantidad de materia orgánica o de sales minerales, gases y agua.

Según su naturaleza, los suelos pueden retener el agua en su superficie o permitir que se filtre, junto con las sustancias que lleve disueltas. El agua de lluvia se filtra en el suelo, y mientras que el agua de la superficie se evapora, el agua filtrada es tomada por las plantas y los animales. En el suelo, una parte del agua puede fluir y otra escurrirse por debajo de la superficie, otra parte se drena o escurre a partes profundas hasta llegar al **nivel freático** (nivel del agua subterránea) y de allí puede subir a la superficie por capilaridad, que es la capacidad de adhesión de las moléculas de agua en el sustrato, facilitando su movilidad.

Factores bióticos

Los factores bióticos son todos los organismos que viven en el ecosistema. Ellos se relacionan entre sí en formas diferentes como la **depredación**, el parasitismo, la competencia, el **mutualismo** y el **comensalismo**.

Relaciones intraespecíficas. Sociedad y agregación

Formación de grupos. Algunos animales de la misma especie forman grupos para buscar alimento, defenderse o emigrar de una región a otra en busca de mejores condiciones climáticas (para alimentación, reproducción y crianza). Ejemplos de asociaciones son manadas de mamíferos (caribúes, lobos, jirafas, cebras o elefantes); bandadas de aves (golondrinas o patos) y bancos de peces.

Sociedad. En esta relación, algunos grupos están organizados en funciones particulares; otros tienen un orden jerárquico entre los miembros del grupo. En las manadas de cebras, los individuos viejos o enfermos quedan al margen del grupo para dejar los lugares centrales a los jóvenes y a las hembras, por su función reproductora y de crianza de la descendencia. Existen algunos casos de excepción, como el de los grupos familiares de leones, en el que las hembras son las cazadoras y las que cuidan de los pequeños hasta que éstos pueden buscar su propio alimento. El macho en ocasiones participa en la cacería, pero siempre es quien come de la presa primero.

En las sociedades más complejas cada individuo realiza un trabajo específico. Por ejemplo, las abejas están especializadas morfológica y fisiológicamente a la o las funciones que les corresponde realizar dentro de la sociedad; además, presentan conductas específicas dentro de la colmena: la reina es la única capaz de reproducirse, es alimentada y cuidada por las obreras; los zánganos son los que **copulan** con la reina y fecundan sus huevos; además, las obreras cuidan la colmena de intrusos, fabrican cera, miel y jalea real y alimentan a las crías (figura 4.7).

Scanned with CamScanner

ACTIVIDAD

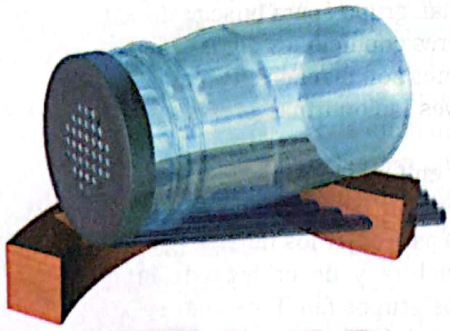
Efecto de la humedad en las lombrices de tierra

Objetivo: Que los alumnos comprendan que la variación de los factores físicos (humedad) influye en los procesos y comportamiento de los seres vivos.

Realiza esta actividad en equipos de cuatro compañeros.

Procedimiento

1. Investiga, con tus compañeros de equipo todo lo relacionado con las lombrices de tierra.
2. Lee los puntos de la actividad y elabora una hipótesis sobre lo que pasará con las lombrices del experimento.
3. Perforen las tapaderas con un clavo y un martillo, con la supervisión de su maestro.
4. Coloquen 3 lombrices de tierra en cada frasco.
5. Agreguen agua a cada frasco en el siguiente orden: frasco núm. 1 con 100 mL; núm. 2, 200 mL; núm. 3, 400 mL y núm. 4 con 800 mL.
6. Observen durante cinco días los movimientos de las lombrices dentro de la tierra. Si es necesario, escarben un poco de tierra para localizarlas, tengan cuidado de no lastimarlas. Anota en el cuadro siguiente la información colectada.
   - Con los resultados obtenidos ¿qué pueden concluir respecto a la cantidad de humedad en el suelo y su relación con la permanencia de las lombrices?
   - Señala ¿cómo crees que las lombrices se comportan en su medio real cuando varía la humedad del medio?
7. Comparen los resultados de cada recipiente y contesten las siguientes preguntas:
   - ¿En qué frasco las lombrices permanecen en el fondo?
   - ¿En qué frasco las lombrices habitan la parte media del recipiente?
   - ¿En qué frasco las lombrices salen a la superficie?
   - Comparen sus resultados con los de otros equipos ¿son iguales?, ¿en qué son diferentes?



Frasco de vidrio transparente, con la tapa perforada y en posición horizontal sobre una base.

Material:

- 4 recipientes de vidrio de 1 litro con tapa.
- 1 martillo.
- 1 clavo grueso de 6 cm de largo.
- 2 kg de tierra de hoja.
- Probeta graduada de 500 mL.
- 12 lombrices de tierra (procura no destruir las plantas de donde las tomes).

Agregación. Colonia es un grupo de organismos de la misma especie, unidos y por lo general dependientes unos de otros. La organización en colonias se observa en animales acuáticos, como la obelia, physalia y los corales y otros más. Los corales originan formaciones extensas como consecuencia del crecimiento de sus colonias y son incapaces de moverse libremente.

En algunas colonias de algas, las células más cercanas al exterior están más próximas a la luz, o sea, están en condiciones de efectuar con más efectividad la fotosíntesis que las cé-

Scanned with CamScanner

lulas interiores de la colonia, que se encuentran varias capas de células abajo. Estas últimas están bien situadas para almacenar el exceso de alimento. Ciertas células solamente pueden efectuar una labor; de ahí que las células se especialicen en una función, ocurriendo una división del trabajo.

Entre los seres vivos también se presentan relaciones entre las diferentes especies, relaciones que pueden adoptar diferentes formas y que reciben el nombre de **interespecíficas**.

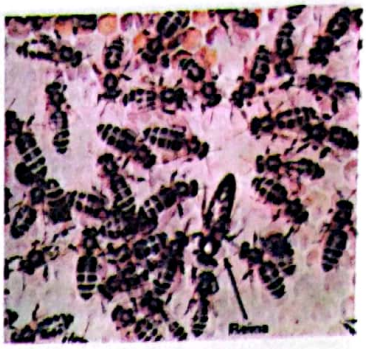


Fig. 4.7
Colmena de abejas.

Relaciones interespecíficas

Las interacciones de los organismos son complejas y para comprenderlas, estudiarlas y clasificarlas se han separado. El área biológica encargada del estudio de estas interacciones es la ecología de poblaciones. Los ecólogos llevan a cabo experimentos controlados, tanto en el laboratorio como en el campo, donde aplican modelos simples para después integrar los resultados y construir modelos generales que expliquen lo que sucede en las poblaciones naturales.

En estos experimentos suelen utilizarse organismos que producen gran cantidad de descendientes, rápido crecimiento y vida corta, como las bacterias, hongos, plantas e insectos. Asimismo, se manipula el número de individuos de las poblaciones y se promueve que las especies interactúen entre sí.

En la naturaleza, las poblaciones de diferentes especies se encuentran en las mismas zonas ecológicas, ya sea de forma temporal o permanente, estableciendo una relación negativa, positiva o neutra.

Comensalismo. Relación de dos especies distintas, en la que una de ellas se beneficia (comensal), mientras que la otra aparentemente no es afectada (+ 0). Las ventajas obtenidas por los comensales son: sustrato, hábitat, transporte y con frecuencia alimento. El ejemplo clásico es el de la rémora, pequeño pez comensal del tiburón, se adhiere a la parte ventral de este animal y es transportado y alimentado con sus desperdicios.

Es difícil establecer los límites entre una relación benéfica, neutra o perjudicial; por ejemplo, algunas plantas crecen sosteniéndose de otras, se conocen como epífitas; aparentemente no causan daño a la planta, porque no se alimentan de ella. Pero pueden ser tan numerosas que invaden casi todas las ramas del árbol e impiden su crecimiento o llegan a romperlas en época de lluvias, debido a que las epífitas retienen el agua y pesan más. Son ejemplos de epífitas: el heno, los musgos, los helechos, las orquídeas y las bromelias (figura 4.8).

Mutualismo. Esta asociación se establece entre dos especies que conviven juntas, ambas obtienen beneficio (+ +) y el contacto puede ser permanente, por ejemplo:

- Los líquenes son el resultado de la asociación de un hongo con una alga; el hongo proporciona humedad y permite el aprovechamiento de los minerales, mientras el alga elabora alimentos mediante la fotosíntesis. El alga y el hongo no pueden desarrollarse solos.
- Las bacterias se asocian con las raíces de las plantas leguminosas como el frijol, formando nódulos. Las bacterias fijan el nitrógeno de la atmósfera, lo transforman en nitritos y nitratos que la planta utiliza para elaborar los **compuestos orgánicos**, mismos que después nutrirán a la bacteria.
- Los hongos del suelo se asocian con las raíces de las plantas, formando raíces engrosadas por el tejido del hongo con formas y colores característicos; los hongos pueden penetrar el tejido de la raíz y transportar nutrientes (fosfatos y nitratos) a la planta; el hongo recibe los productos de la fotosíntesis.

¿SABÍAS QUE?

Algunos insectos constituyen plagas que causan graves pérdidas en la producción agrícola. Por ejemplo, el cultivo de nogal pecano (su fruto es la nuez) es atacado por diferentes plagas como *Laspeyresia caryana*, una especie de lepidóptero (grupo de las mariposas), y dos especies de áfidos *Melanocallis caryaefoliae* (áfido negro) y *Monellia sp.* (áfido verde o amarillo). Las larvas de estos insectos atacan la vaina exterior de la nuez, retardando su maduración.

Fig. 4.8
Algunos helechos utilizan las fisuras de la corteza como punto de fijación y aprovechan el agua que escurre por ellas.

Scanned with CamScanner

Fig. 4.9
El *Ascaris* es un parásito del tubo digestivo del ser humano, cuya hembra puede alcanzar unos 20 cm.

• Los áfidos son pequeños insectos que viven sobre las hojas de algunas plantas. Los **áfidos** producen una sustancia azucarada que comen las hormigas y éstas los protegen de los depredadores

En muchos casos de mutualismo los miembros asociados no se **relacionan** permanentemente; el contacto sólo se produce durante un corto tiempo. En la mayoría de los casos, el beneficio de la asociación se relaciona con la alimentación, por lo menos para una especie; pero la otra especie puede obtener un tipo de ventaja completamente diferente. Por ejemplo, las aves que se posan sobre el lomo de los grandes rumiantes y picotean sus garrapatas y otros parásitos externos.

Los animales que reciben al comensal quedan libres de parásitos, a la vez de advertir algún peligro por la actividad de los pájaros que se desempeñan como vigías. Un tipo de vigilancia de plagas es el que lleva a cabo el pájaro *Vanellus spinosus* del cocodrilo, que extrae las sanguijuelas de alrededor de los dientes del mismo. El cocodrilo abre las fauces dejando entrar al pájaro para que realice su búsqueda. Los grupos mixtos de avestruces y cebras reciben un beneficio mutuo en la defensa de los ataques; el avestruz utiliza su agudo sentido de la vista y las cebras su fino olfato.

Parasitismo. En esta relación uno de los organismos resulta perjudicado, mientras el otro vive a expensas de éste (+ –). Los parásitos pueden ser internos o externos (endoparásitos y ectoparásitos) en el organismo que recibe al parásito (hospedero); algunos son permanentes y otros temporales; además, pueden tener uno o varios hospederos.

El parasitismo está muy extendido en la naturaleza, puede haber plantas parásitas de plantas, como la cúscuta y el muérdago, hongos parásitos de plantas como *Erysiphe* o *Fusarium*, gusanos parásitos de animales como la *Tenia* en el hombre (figura 4.9).

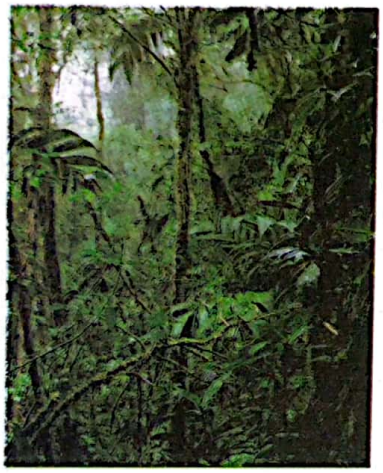


Fig. 4.10
Competencia por espacio, luz y troncos entre epífitas y plantas superiores.

Amensalismo o antibiosis. Relación no dependiente entre organismos de diferente especie donde uno resulta perjudicado (amensal), mientras que el otro organismo (hospedero) no resulta perjudicado ni beneficiado; por ejemplo, el hongo *Penicillium* produce un antibiótico que destruye ciertas bacterias patógenas.

Algunas plantas producen **sustancias tóxicas** que se depositan en el suelo y evitan que otros organismos, incluso plantas, crezcan a su alrededor. Es una relación – 0 cuando la planta no adquiere beneficio de tal efecto, pero en ocasiones las plantas pueden obtener mayor cantidad de nutrientes del suelo puesto que eliminan a sus posibles competidores.

Competencia. La competencia que se establece entre individuos de la misma o diferente especie, utilizan un recurso que es escaso. El resultado de la competencia puede ser negativo para ambas especies o para una de ellas (– –) y provoca reducción de la supervivencia o en la tasa de crecimiento de la población; por ejemplo, algunas especies compiten por el alimento y espacio.

La competencia entre individuos de diferentes especies es básicamente por alimento y espacio. Algunas plantas compiten por la luz cuando el espacio es reducido (figura 4.10), otras compiten por los nutrimentos del suelo; los animales compiten por territorio, alimento (presas) y acceso a pareja.

Depredación. La relación depredador-presa (+ –) es parte fundamental en las cadenas de alimentación en los ecosistemas. La relación interespecífica que se establece entre dos individuos en la que uno provoca la muerte y devora al otro.

En el cuadro de la página siguiente el signo + representa una relación benéfica; el signo – es el resultado perjudicial; el 0 significa una relación indiferente entre las especies. Los signos + + quieren decir que ambos individuos reciben beneficio de la relación; – – significa que ambos individuos son perjudicados y + – representa beneficio para un individuo y perjuicio para el otro; el + 0 significa que uno se beneficia y el otro no se perjudica.

Scanned with CamScanner

Relación	+	–	0
+	+ + mutualismo	+ – depredación	+ 0 comensalismo
–	– + parasitismo	– – competencia	– 0 amensalismo
0	0 + comensalismo	0 – antibiosis	0 0 neutralismo

Fuente: Soberón, J., *Ecología de Poblaciones*. 1989.

ACTIVIDAD

Interacciones biológicas de los insectos de un árbol

Material:
- 1 lupa.
- 1 cuaderno.
- 1 lápiz.

Objetivo: Que los alumnos identifiquen las diferentes relaciones biológicas de los insectos de un árbol.

Procedimiento: Realiza esta actividad en equipos de cinco alumnos.

Se recomienda llevar a cabo el ejercicio en un jardín público o en el de tu escuela.

1. Observen los diferentes insectos que viven, visitan o se alimentan de alguna parte de un árbol (el que ustedes seleccionen del jardín). Si es necesario busquen con una lupa huevecillos, **pupas** o **larvas**. Levanten un pedacito de corteza y observen el interior. Anoten qué tipo de organismos encuentran y sus características; cómo se relacionan entre sí.
2. Identifiquen y elaboren una lista de todos ellos.
3. Describan algunas de las actividades que cada insecto lleva a cabo.
4. Elaboren conclusiones sobre las interacciones encontradas.
5. Ilustren su trabajo con dibujos, recortes o fotografías, con el fin de presentarlo a sus compañeros de grupo.
6. Elaboren un informe con sus observaciones y presenten el trabajo ante el grupo.

2.2 Los ciclos del carbono, el nitrógeno y el agua

Como hemos visto hasta ahora, las relaciones entre los organismos pueden formar grandes tramas incluso entre miembros de la misma especie, de éstos con otras especies, y con los factores del medio. Entre los seres vivos y el medio existe un constante intercambio de elementos químicos, compuestos y energía que permite que la materia pueda ser utilizada, transformada y vuelta a utilizar sin acabarse; de manera que si el carbono, el agua, el oxígeno, el nitrógeno, el fósforo y otros elementos esenciales para la vida se utilizaran tan sólo una vez, en poco tiempo se agotaría su provisión.

En la naturaleza esos elementos circulan en varias direcciones conocidas con el nombre de ciclos biogeoquímicos. Éstos sustentan el **flujo de energía** a través de los seres vivos. Se presenta un intercambio constante de los elementos entre el aire, la tierra, el agua, las plantas y los animales que mantienen a los seres vivos en su crecimiento y reproducción.

Scanned with CamScanner

Dentro de los elementos más importantes el oxígeno ocupa un lugar especial, forma 21% de la atmósfera en forma de molécula, interviene en los ciclos del agua y del carbono. En la atmósfera también se encuentran el carbono en 0.3%, y el nitrógeno con 78%. Otros elementos importantes son los minerales, como el fósforo, el azufre y el calcio, y los **oligoelementos**, como el fierro y el zinc. Todos estos elementos tienen una función específica en el metabolismo de los seres vivos, por lo que su reciclaje es indispensable para garantizar la permanencia de éstos.

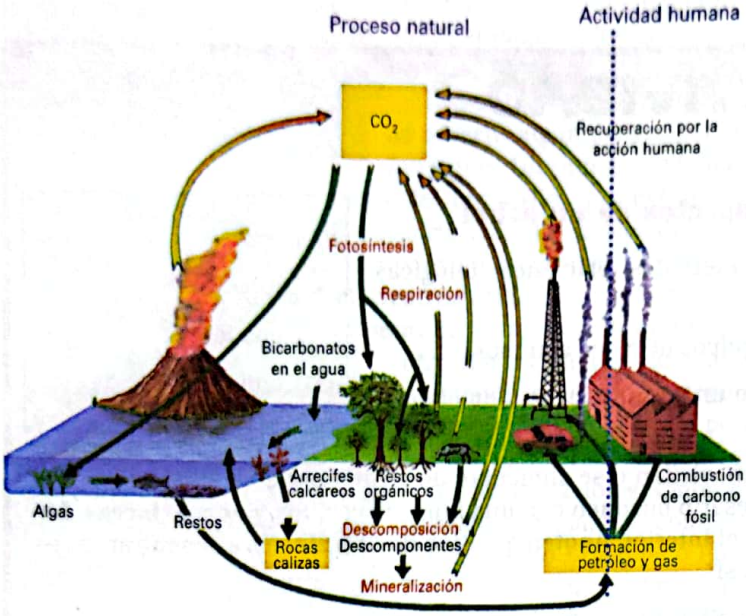


Fig. 4.11
Ciclo del carbono. Las plantas absorben el CO_2 del aire o del agua. El CO_2 regresa al medio durante la respiración, la desintegración de materia orgánica por microorganismos y la quema de combustibles. Las flechas amarillas indican las fuentes de producción de dióxido de carbono que regresa a la atmósfera.

Ciclo del carbono

El carbono es un elemento base de los compuestos orgánicos que forman a los seres vivos, y que se encuentra en diversas partes de la naturaleza. En la atmósfera se presenta en forma de dióxido de carbono (CO_2). Se ha calculado que existen 13 toneladas de dióxido de carbono por encima de la superficie de una hectárea de terreno, donde las plantas lo extraen para la fotosíntesis. En una hectárea de cultivo de caña de azúcar se pueden extraer hasta 40 toneladas de carbono de la atmósfera por año, para formar los compuestos orgánicos que serán parte de la planta.

Los seres vivos producen dióxido de carbono durante la respiración, ello garantiza la renovación de este elemento en la atmósfera. Mediante la fotosíntesis las plantas capturan el dióxido de carbono y lo convierten en compuestos orgánicos. Una enorme cantidad de carbono que se incorpora al vegetal pasa a los herbívoros a través de su alimentación; los carnívoros reciben a través de su alimento (herbívoros) la energía en forma de compuestos orgánicos.

Todos los seres al morir son consumidos por los carroñeros, pero en última instancia por los descomponedores, como las bacterias, y por los que se alimentan de materia orgánica en descomposición (detritus), como hongos y algunos invertebrados. Al final de este proceso el carbono es regresado a la atmósfera como dióxido de carbono; como desecho en la respiración de los organismos aerobios.

Las plantas toman de la atmósfera el carbono y lo utilizan para la fotosíntesis, ya transformado en moléculas orgánicas es transferido a través de los diferentes **niveles tróficos**. El ciclo se completa cuando el carbono es liberado durante la respiración en todos estos niveles y, por la quema de bosques y **combustibles fósiles** (figura 4.11).

Ciclo del nitrógeno

El nitrógeno es el elemento más abundante en la atmósfera, aproximadamente representa 70% de su constitución. El nitrógeno es importante para la formación de aminoácidos, proteínas y ácidos nucleicos en los organismos, sin embargo, ni las plantas ni los animales pueden usarlo directamente de la atmósfera en forma gaseosa. Las plantas pueden tomarlo cuando se ha combinado con el oxígeno o el hidrógeno, en forma de nitratos o en amoniaco.

En este ciclo, las bacterias fijan el nitrógeno y lo transfieren a las plantas, que a su vez lo emplean para formar parte de su materia orgánica.

Cuando los animales ingieren las plantas, también lo hacen con el nitrógeno que les servirá para formar proteínas. El nitrógeno regresa a la atmósfera a través de las excreciones y

Scanned with CamScanner

de los organismos muertos que son descompuestos por bacterias y hongos. Una parte del nitrógeno que se libera queda libre en el suelo donde se puede aprovechar de nueva cuenta por las plantas; otra parte se va a la atmósfera en forma de gas.

El nitrógeno atmosférico se convierte en compuestos nitrogenados, como el ácido nítrico durante las descargas eléctricas de las tormentas y como producto de la actividad volcánica. Los compuestos nitrogenados son arrastrados por las lluvias, depositados en el suelo o, incluso, pueden ser llevados al fondo del mar en forma de nitratos. El nitrógeno que llega al fondo del océano es asimilado por las plantas marinas y, mediante las cadenas alimentarias, llega a los herbívoros y carnívoros, como peces y aves acuáticas, respectivamente (figura 4.12).

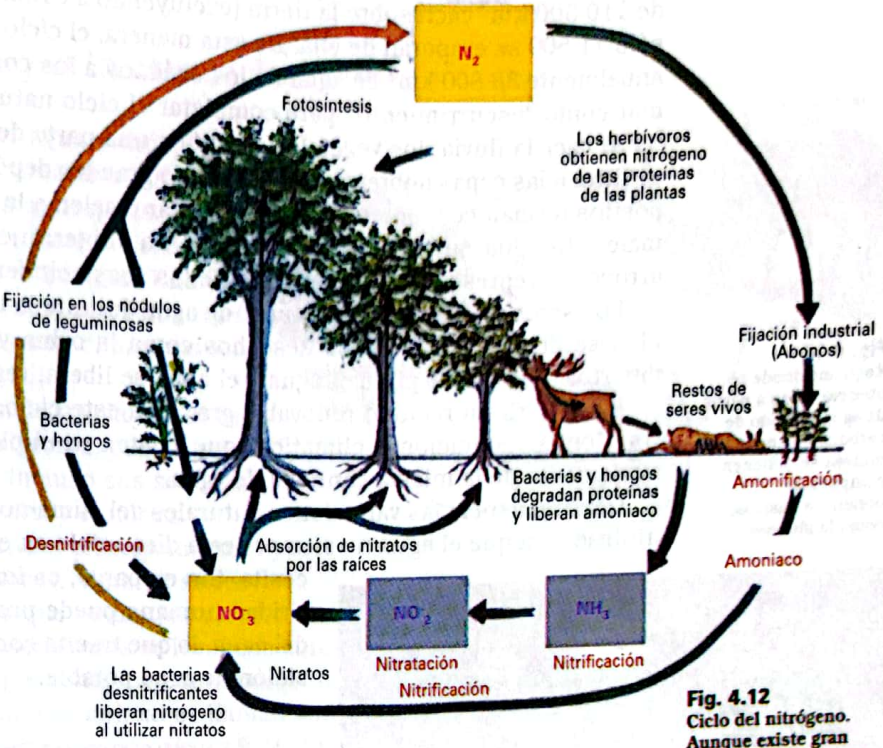


Fig. 4.12 Ciclo del nitrógeno. Aunque existe gran cantidad de nitrógeno en la atmósfera (78%) muy pocos organismos pueden utilizarlo en forma gaseosa, por lo que tiene que pasar al suelo para ser asimilado por las bacterias, cianobacterias y algunos hongos.

Ciclo del agua

El agua es el compuesto químico más abundante en los organismos, llega a constituir casi 70% del material celular en algunos seres y en otros hasta 90%. Todas las **reacciones de síntesis** y degradación (metabólicas) se llevan a cabo en medios acuosos.

El agua se encuentra en la naturaleza en forma líquida en todos los cuerpos de agua, gaseosa en la atmósfera y sólida en los casquetes polares y en las partes altas de las montañas; también establece un ciclo desde la tierra a la atmósfera y viceversa. El ciclo se inicia cuando el calor del sol calienta el agua de la superficie de la Tierra y la evapora (figura 4.13).

La reserva principal del agua es el océano, que corresponde a 97% del agua disponible. La energía solar evapora el agua; conforme sube este aire húmedo se enfría y se condensa formando las nubes. Cuando las nubes se llenan de moléculas de agua, que caen sobre la superficie terrestre en forma de precipitación (lluvia, granizo, aguanieve, nieve y rocío). El agua que cae en el suelo puede filtrarse y formar ríos subterráneos, otra se escurre, regresando a los océanos.

Parte del agua es absorbida por las raíces de las plantas, una gran parte se evapora por las hojas. Una cantidad pequeña se combina con dióxido de carbono durante la fotosíntesis para formar moléculas orgánicas. Los animales y otros heterótrofos obtienen agua de su alimento o bebiéndola.

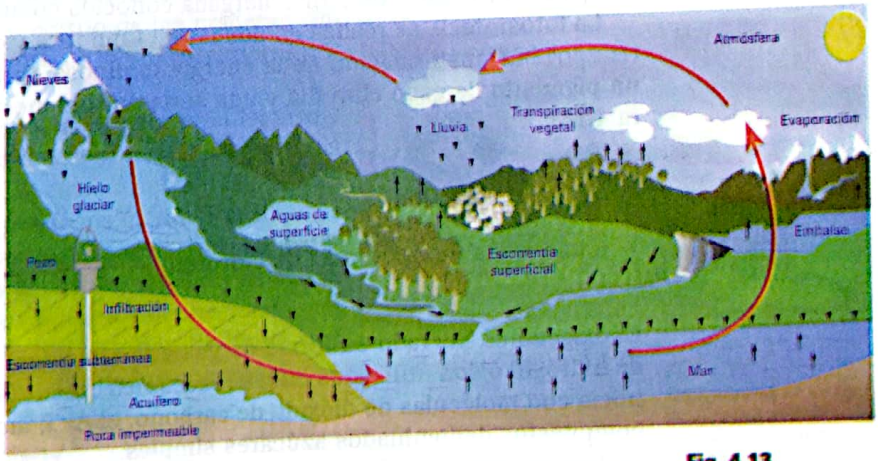


Fig. 4.13 Ciclo del agua o ciclo hidrológico.

Scanned with CamScanner

Cada año, la energía solar evapora de la superficie cerca de 500 mil km^3 de agua, de los cuales 86% provienen de los océanos y 14% de la tierra. La misma cantidad regresa a la tierra en forma de lluvia, granizo o nieve, pero no en las mismas proporciones. Cerca de 110 300 km^3 caen sobre la tierra (excluyendo a Groenlandia y la Antártida), mientras que sólo 71 500 se evaporan de ella. De esta manera, el ciclo de energía solar destila y transfiere anualmente 38 800 km^3 de agua de los océanos a los continentes; de ahí el agua regresa al mar como "escurrimiento" para completar el ciclo natural.

Al caer la lluvia, los vegetales absorben una parte del suelo, otra se evapora y una más se filtra a las capas subterráneas formando grandes depósitos o **mantos** acuíferos. Esos depósitos forman corrientes que llegan al mar o salen a la superficie en forma de fuentes terrestres. El agua que se filtra y fluye por vía subterránea constituye la base de los ríos y arroyos, y representa la mayor parte de los abastecimientos permanentes.

Los seres vivos eliminan el vapor de agua durante la transpiración y la respiración. También se elimina agua en los desechos como la orina y los excrementos. En organismos muertos, los tejidos pierden agua y el agua se libera, regresando a la naturaleza.

El agua es un recurso renovable gracias a este ciclo: fluye entre el mar, el aire y la tierra. Con las condiciones climáticas que existen en el planeta, cada año se dispone aproximadamente de la misma cantidad de agua.

Con frecuencia las variaciones naturales del clima no permiten que esta abundancia sea utilizada, ya que el agua no siempre está disponible en el lugar y en el momento que se necesita. Sin embargo, es importante tener presente que la actividad humana puede provocar un desequilibrio en el ciclo del agua, lo que traería como consecuencia una menor disposición de agua potable.

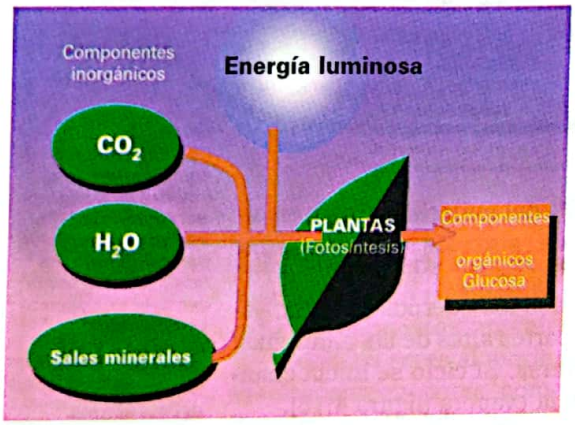


Fig. 4.14 Esquema donde se observa cómo a partir de agua, dióxido de carbono y energía luminosa se obtienen compuestos orgánicos básicos, como la glucosa.

2.3 El principio de la fotosíntesis

Como hemos dicho anteriormente, la fuente principal de la energía es el Sol, y las plantas y algas verdes, los organismos que se encargan de utilizarla para producir su propio alimento durante la fotosíntesis, son autótrofos.

La fotosíntesis se lleva a cabo en organelos celulares conocidos como cloroplastos, los cuales se encuentran en el tejido que forma la epidermis de las hojas. Este tejido se compone por células de forma alargada conocida como parénquima.

La fotosíntesis se realiza en dos fases: luminosa y oscura. La fase luminosa se caracteriza por la transformación de la energía luminosa en energía química, en la que participa un pigmento llamado clorofila y una serie de compuestos químicos además del agua (figura 4.14).

Fase luminosa

Luz + agua (en presencia de clorofila) ⟶ **ATP** + Hidrógeno + Oxígeno

El oxígeno es liberado en forma de gas a la atmósfera, la energía química y las moléculas de hidrógeno son utilizados en las reacciones químicas de la fase oscura. La fase oscura se inicia con moléculas de dióxido de carbono, el APT, moléculas de hidrógeno y una serie de compuestos denominados azúcares simples.

Las reacciones químicas finalizan con la síntesis de una molécula de glucosa. El proceso se repite infinidad de veces. Las moléculas de monosacáridos formados se combinan entre sí y llegan a formar moléculas de polisacáridos (almidón, lípidos), proteínas y otras moléculas orgánicas que sirven de reserva y para el funcionamiento de la planta.

Scanned with CamScanner

Fase oscura

Dióxido de carbono + ATP ⟶ Glucosa

2.4 Las cadenas alimentarias y la transferencia de energía

Los organismos autótrofos utilizan agua y dióxido de carbono, y energía luminosa para sintetizar compuestos orgánicos que almacenan energía; después, los organismos heterótrofos consumen estos productos vegetales como fuente de materia y energía. Una vez que los organismos mueren, sus restos son reincorporados al ambiente gracias a organismos diminutos llamados descomponedores (figura 4.15).

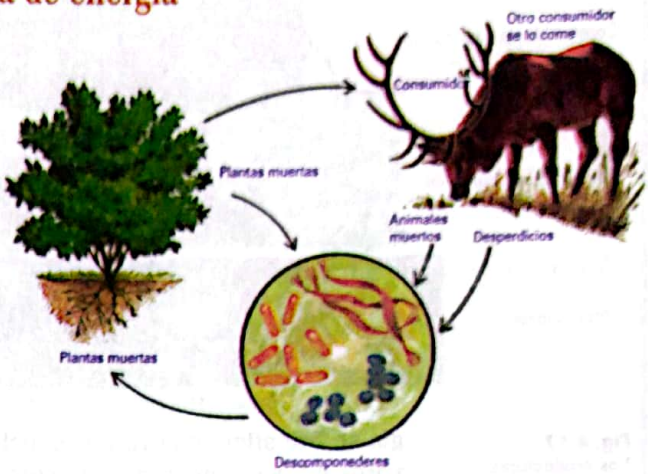


Fig. 4.15 Las plantas elaboran compuestos orgánicos que almacenan energía, la cual es transferida a los heterótrofos, quienes al morir, sus cuerpos son degradados por los descomponedores, reincorporando materia prima que de nueva cuenta es utilizada por las plantas.

A los seres vivos que se alimentan de las plantas se les llama consumidores primarios o herbívoros, pues comen raíces, tallos, hojas, flores o frutos, incluso sus semillas o los jugos de las plantas, como la savia y el néctar.

Los consumidores que se alimentan principalmente de otros animales se llaman carnívoros; también se les llama depredadores. A los animales que matan los carnívoros se les denominan presas. A los carnívoros que se alimentan de herbívoros se les llama consumidores de segundo orden y de tercer orden a los carnívoros que consumen carnívoros. Los consumidores que se alimentan tanto de materia vegetal como de animal se llaman omnívoros (figura 4.16).

La representación de las relaciones entre productores y consumidores se denomina **cadena alimentaria**, en la que cada organismo constituye un eslabón de la cadena. Las cadenas no son lineales sino que se relacionan con otras cadenas en sus diferentes niveles. Es decir, un consumidor primario puede alimentarse de varios tipos de plantas y ser alimento de varios carnívoros, formando tramas de relaciones alimentarias, o bien, un carnívoro puede alimentarse de diferentes herbívoros.

En las praderas, las comunidades de organismos forman verdaderas tramas de alimentación, por ejemplo, los pastos y las pequeñas hierbas son alimento del bisonte, del berrendo, de la liebre, del gallo de las praderas y del saltamontes. Las semillas son alimento de las ardillas y de las ratas; el néctar y polen de las flores de los arbustos son el alimento de la alondra. Las plantas rastreras son alimento del perrito de las praderas. Todos estos organismos constituyen el grupo de los consumidores primarios.

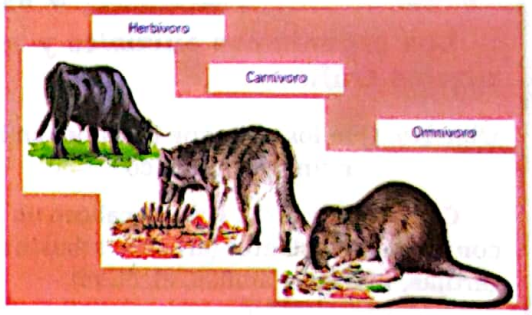


Fig. 4.16 Dependiendo de su tipo de alimentación, los animales pueden ser herbívoros, carnívoros u omnívoros.

En el siguiente nivel (consumidores secundarios) el lagarto y la mantis comen saltamontes. El tejón se alimenta de perritos de la pradera y de ardillas. El búho, la mofeta, el hurón, la serpiente y el halcón, comen ratones y pequeños mamíferos como la ardilla y la liebre. En el siguiente nivel están los superdepredadores o consumidores terciarios, como el coyote, el lobo y el águila real, que se alimentan de los pequeños búfalos y del berrendo, así como de los pequeños mamíferos del nivel anterior. El águila real se alimenta de los infantes de los mamíferos de los consumidores secundarios (figura 4.17).

Niveles tróficos de los seres vivos

Para facilitar el estudio de las comunidades naturales complejas, se han establecido categorías de acuerdo con la ubicación de un organismo en la cadena alimentaria, es decir por su forma de obtener energía.

Scanned with CamScanner

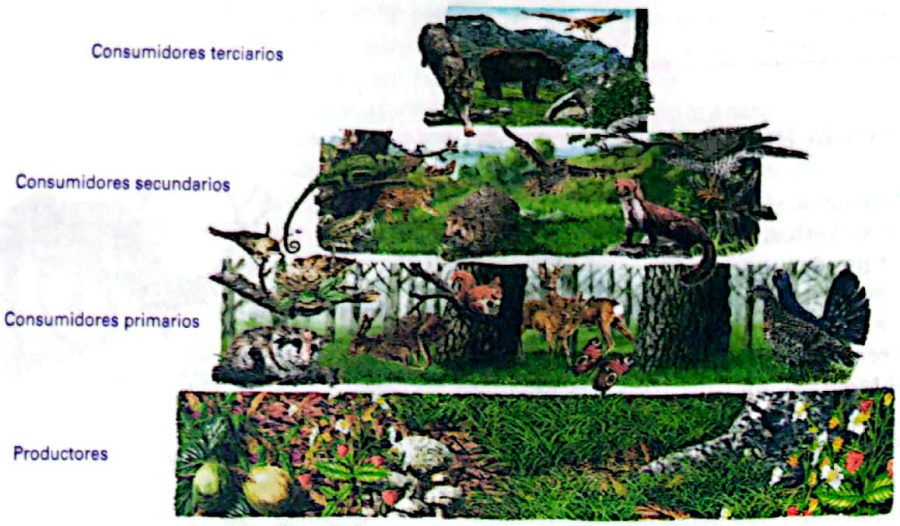


Fig. 4.17 Los productores mantienen a diferentes consumidores primarios y éstos a su vez son alimento de los consumidores secundarios, los cuales sirven de alimento a diferentes consumidores terciarios.

Las plantas verdes se ubican en el nivel trófico 1 porque su energía ha sido transmitida solamente una vez: del Sol a las plantas. Los herbívoros están en el nivel trófico 2 porque su energía se transfiere dos veces, del Sol a las plantas y de éstas a los herbívoros.

Los carnívoros que comen herbívoros se localizan en el nivel trófico 3 porque su energía ha sido transferida tres veces: del Sol a las plantas, de éstas a los herbívoros y de los herbívoros a los carnívoros. Los carnívoros que comen a otros carnívoros están en el nivel trófico 4 porque su energía se transfiere cuatro veces: del Sol a las plantas, de éstas a los herbívoros, de los herbívoros a los carnívoros y de éstos a otros carnívoros.

Energía transferida a lo largo de la cadena alimentaria

En cada nivel trófico, la energía se transfiere del alimento al organismo que la consume. La cantidad de energía que se transfiere es equivalente al 10% de la obtenida, ya que mucha de ella se "pierde" en forma de calor y en la excreción, y otra parte es usada por cada uno de los consumidores de la cadena como compuestos que se recombinan y se almacenan en forma de nueva materia viva. Esta energía acumulada es aprovechada por el siguiente nivel de la cadena alimentaria.

El material de desecho constituye el primer eslabón de las cadenas alimentarias de los organismos descomponedores.

ACTIVIDADES

Los organismos animales y vegetales en un área verde y su relación con los niveles tróficos

Material:
- Lupa.
- Cuaderno.
- Lápiz.

Objetivo: Que los alumnos identifiquen los niveles tróficos y la cadena alimentaria en un caso práctico.

Características del sitio: Localicen un área verde de aproximadamente 10 m × 20 m con diferentes plantas (árboles, arbustos y hierbas) y animales (ratones, pájaros, lagartijas, insectos, arañas, etcétera).

Procedimiento: Realicen esta actividad en equipo de cinco alumnos y con la supervisión del profesor durante todo el desarrollo.

1. Seleccionen el área de estudio. Con unas piedras pequeñas delimiten el área de 10 m × 20 m.
2. Repartan entre los integrantes del equipo las siguientes actividades: identifiquen con un número las diferentes plantas que se encuentran en el sitio, si conocen su nombre común, anótenlo. Observen los animales que vivan en un árbol, en un arbusto y en la hierba. Recorran el sitio buscando en di-

Scanned with CamScanner

ferentes plantas los animales cercanos a éstas. Elaboren una lista de animales con sus nombres comunes o identifíquenlos con letras.

Posiblemente sean necesarias varias observaciones, por lo que debes fijarte bien cuál es el área que observaste el primer día.

3. En una tabla agrupen los organismos encontrados, plantas y animales, de acuerdo con su nivel trófico.

Nombre del organismo	1er nivel Productor	2° nivel Herbívoro	3er nivel Carnívoro

4. Elaboren un diagrama con flechas donde relacionen los organismos encontrados, formen cadenas de alimentación y señalen los niveles tróficos de cada uno.

5. Elaboren las conclusiones.

6. Presenten y discutan los resultados ante el grupo, con ayuda del profesor.

Trama de alimentación

Objetivo: Que los alumnos elaboren tramas alimentarias y conozcan los niveles tróficos.

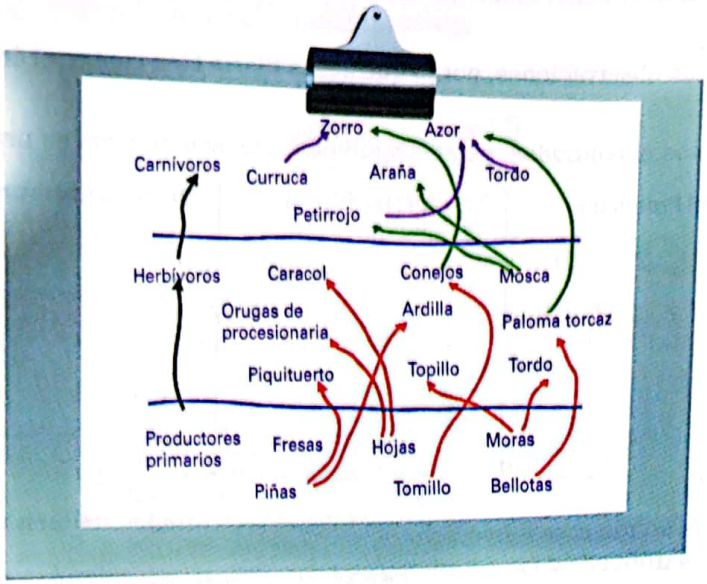
Procedimiento:

I. Investiga los hábitos alimenticios de cada uno de los organismos que se presentan a continuación. Elabora una trama de alimentación señalando con flechas las relaciones alimentarias que consideres lógicas. Identifica los niveles tróficos.

Bacterias	Escarabajos	Ratones
Halcón	Ciempiés	Hongos
Larvas de insectos	Caracoles	Topos
Conejos	Plantas	Hojas
Semillas	Pequeños insectos	Pupas de insectos
Humus	Ardillas	Raíces de plantas

Basándote en la cadena alimentaria que elaboraste, dibuja una trama alimentaria pero agrupando a los productores primarios, herbívoros y carnívoros. Utiliza el cuadro de la página para que elabores las cadenas y tramas de alimentación, fíjate en el ejemplo.

Scanned with CamScanner



Esquema: Ejercicio de trama alimentaria

CARNÍVOROS
HERBÍVOROS
PRODUCTORES

Con ayuda de tu profesor, compara y discute tus resultados con los de tus compañeros.

Los descomponedores y su ambiente

Objetivo: Que los alumnos observen organismos descomponedores e intercambien ideas respecto a la importancia de su papel en el ecosistema.

Investiga en diferentes fuentes (recuerda que en tu texto hay un tema relacionado con bacterias y hongos), sobre los descomponedores.

Material:

- Bote vacío de conserva de 500 g.
- Palita de jardín.
- Bolsa de plástico de 30 × 35 cm.
- Microscopio estereoscópico, en caso de no tenerlo pueden utilizar una lupa.
- Microscopio óptico.
- 2 cajas de Petri.
- 1 gotero.
- Portaobjetos y cubreobjetos.

Scanned with CamScanner

Realiza este trabajo de colecta y observación en campo y laboratorio en equipo. Antes de iniciar la actividad lean con cuidado los siguientes métodos de campo y reúnan el material que se pide:

Procedimiento:

1. En el mismo jardín o lote baldío donde hicieron el ejercicio de observación anterior, estudien ahora los organismos descomponedores en el sistema suelo.
2. Cerca de las raíces de una planta del baldío escarben unos 15 cm de profundidad.
3. Extraigan muestras de suelo con un bote de lámina invertido, como se muestra en la figura.
4. Colecten un poco de raíces con suelo y colóquenlas en una bolsa de plástico.
5. Lleven el material al laboratorio escolar y observen las raíces con el microscopio estereoscópico, colocando un poco del material en una caja de Petri. Pueden encontrar algunos ciempiés, larvas, lombrices de tierra, gusanos, escarabajos, etcétera.
6. Viertan una cucharada de suelo en una caja de Petri y agreguen agua hasta que lo cubra completamente. Tomen una gota de esta mezcla y hagan una preparación para observar en el microscopio óptico. Pueden observar bacterias y hongos.
7. Elaboren un cuadro de datos con los organismos encontrados y sus características.
8. Elaboren sus conclusiones.

Recogiendo muestras del suelo.

Características del ambiente de los degradadores

Realiza el siguiente trabajo de colecta y observación en campo y laboratorio en equipos. Distribúyanse las actividades entre cada integrante.

Objetivo: Que estudies las características del suelo (capas, color, textura, aire, humedad y **pH**).

Procedimiento: Antes de que realices las actividades señaladas es importante que investigues lo que es el suelo, cómo se forma, tipos de suelo, sus características químicas, etcétera.

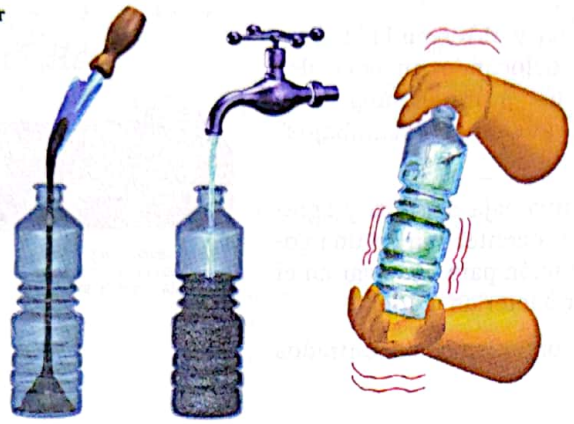
1. Toma cuatro muestras de suelo en cuatro lugares diferentes de tu comunidad, en botes de metal vacíos de 500 g, hagan agujeros con un clavo en la base del bote, identifiquen cada bote con una etiqueta en la que anoten muestra 1 hasta la 4; viertan el suelo de la muestra 1 en una charola de plástico, procurando que salga el cilindro completo. Indiquen si pueden identificar diferentes capas, su color, textura, aire y humedad.
2. Para conocer la textura, tomen la muestra del suelo 2 y colóquenla en una superficie, pasen el rodillo por encima de la muestra, quiten las piedras y restos de vegetales grandes que tenga.
3. Presionen con el rodillo para deshacer los terrones de suelo. Después viertan el suelo en la red de malla de alambre de 2 mm de diámetro, debajo de la red coloquen antes un papel para contener el suelo.
4. Muevan la red de malla de alambre hasta que no pasen más partículas por los poros. Las partículas que quedan sobre la red son mayores de 2 mm (se conocen como grava). Viertan las partículas de la red en una botella y llénenla de agua (como se muestra en la figura), tápenla y agítenla bien.
5. Las partículas que flotan forman el humus que es menos denso que el agua. Después de unos segundos de reposo, observen ¿qué partículas están en el fondo?; después de dos horas ¿se han depositado otras partículas en el fondo?, ¿quedan aún otras partículas por depositarse?

Scanned with CamScanner

6. Si el agua vuelve a ser transparente es que ya se han depositado todas las partículas, si no es así, dejen la botella en reposo por un día más. Cuando todas las partículas se hayan depositado, primero verán que están ordenadas por tamaño, quedando en el fondo las más grandes y en la parte superior las más pequeñas.

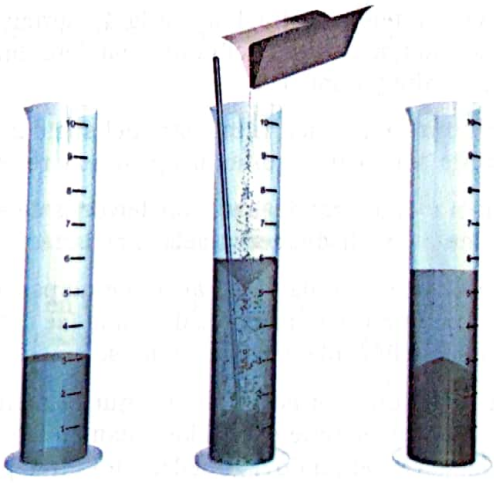
7. Para conocer la cantidad de agua del suelo, tomen la muestra 3 de suelo; primero pesen el suelo en una báscula analítica y resten el peso de la charola; después separen las capas observables (si las hay); finalmente deséquenlas por separado colocando el suelo al sol o dentro de una estufa de laboratorio a 15 °C. Vuelvan a pesar y anoten la diferencia de peso entre la muestra húmeda ____ y después del secado____. Esa cantidad corresponde a la del agua presente en el suelo.

Técnica para conocer las partículas que forman el suelo.



En caso de no presentar capas separables, continúen con los pasos de secado y pesado de la muestra.

8. Para conocer la cantidad de aire que contiene de la muestra 4 de suelo; debes saber el volumen de la lata que tiene el bote. Si no tienes la información, llénalo con agua y viértela en una probeta graduada. Anota el resultado. _____.
Vierte con cuidado toda la muestra en la probeta con agua. Agita con la varilla de vidrio el contenido hasta que dejen de salir burbujas. Mide el nivel que alcanza el agua en la probeta y escribe el resultado de tu observación. _____ .
Haz una resta del volumen inicial del agua con el volumen alcanzado por el agua después de haber desprendido las burbujas. _____.
La diferencia equivale al volumen del aire contenido en el suelo en el que se tomó la muestra 4.



Técnica para conocer el aire que contiene el suelo.

Material:

- 4 latas vacías de conserva.
- Martillo.
- 1 clavo grande.
- 1 báscula analítica.
- Estufa de laboratorio.
- 2 charolas de plástico.
- 1 probeta graduada.
- 1 varilla de vidrio.
- 4 tubos de ensayo.
- Agua destilada.
- 1 rodillo.
- 1 embudo.
- Papel filtro.
- Pinzas.
- Papel tornasol (pH).
- 1 red de malla de alambre con poros pequeños (2 mm de diámetro) 40 × 40 cm.
- 1 botella vacía de refresco.
- Papel periódico.

Scanned with CamScanner

9. Coloca un poco de suelo de cada capa en tubos de ensayo, agrega agua destilada y mézclalo. Fíltralo mediante un embudo con papel filtro (para separar las partículas de **arcilla**, pues dificultan identificar el color que toma el papel). Toma con una pinza una cinta de papel tornasol y coloca el papel dentro del líquido filtrado para determinar el pH (medida de la acidez o alcalinidad en soluciones líquidas).

Técnica para determinar el pH.

10. Elabora una tabla de datos de cada capa de suelo.

Capa del suelo	pH
1	
2	
3	

11. Con la información obtenida, describe el ambiente en el que se encuentran los organismos del suelo, sus hábitos y alimento.

12. Presenta los resultados al grupos y compáralos con los resultados de tus compañeros.

2.5 Niveles de organización: poblaciones y comunidades

Poblaciones

Los niveles de organización biológica de gran interés para la ecología son las poblaciones y las comunidades. Las poblaciones pueden tomarse como unidades biológicas que cambian con el tiempo y se adaptan a las condiciones que en ese momento imperan en el ambiente (figura 4.18).

Los individuos que forman la población presentan variaciones genéticas que pueden ser propicias para sobrevivir en su hábitat, por lo que podrían tener mayor oportunidad de reproducción.

Scanned with CamScanner

Fig. 4.18
Población de coníferas.

Las poblaciones también están sujetas a cambios producidos en el ambiente de origen natural o artificial, que pueden propiciar su sobrevivencia en el hábitat u obstaculizarla. Estos cambios son parte importante en el proceso conocido como selección natural.

Las poblaciones están formadas por grupos de individuos genéticamente compatibles que pueden reproducirse y dejar descendencia fértil; tales especies pueden llegar a constituir poblaciones distintas en función de su distribución geográfica. Unas especies tienen rangos de distribución variables, unas restringen su presencia a un solo lugar y se conocen como endémicas; otras, tienen amplia distribución y se les denomina cosmopolitas.

Dado que no existen dos ambientes exactamente iguales, incluso en la misma región, los organismos están sometidos a diferentes factores del medio que seleccionan las variantes genéticas que en ellos se presentan. De esta manera se provocan diferencias entre los individuos de la misma especie.

Características de las poblaciones

Cada población tiene características que le son propias, por ejemplo, su ritmo de crecimiento, su distribución en el área, su manera de relacionarse con el medio y con otras poblaciones y sus estrategias de supervivencia. La ecología de poblaciones estudia, con el apoyo de las matemáticas, cómo son los cambios numéricos de las poblaciones y su densidad (número de individuos en un área) en el transcurso del tiempo.

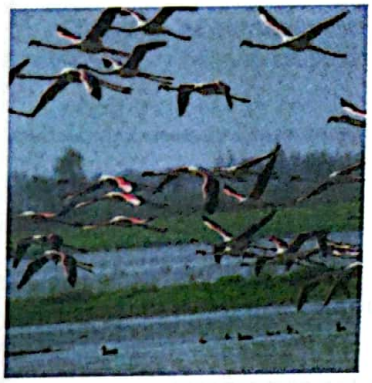


Fig. 4.19
En la población el número de individuos cambia por la llegada o salida de éstos.

En las poblaciones el crecimiento implica un incremento del número de individuos que las forman. Los números poblacionales cambian principalmente por los nacimientos, las muertes, la inmigración y la emigración (figura 4.19).

Natalidad y mortalidad. El nacimiento y muerte de los individuos son los factores más importantes en el crecimiento o disminución del tamaño de una población. Ambos factores son importantes porque modifican la **densidad de la población**.

Dispersión de la población. Está ligada con la migración. Cuando los individuos vienen de otros lugares y se integran a una población establecida (inmigración) se tiende a incrementar el tamaño de la población, sin embargo, cuando la tendencia es la de abandonar la población, entonces ésta tiende a disminuir. La migración cíclica (se dirigen estacionalmente de un hábitat a otro) es un factor importante, no obstante, se espera que la población se conserve en equilibrio respecto al número de individuos que la conforman.

Abundancia y densidad. Abundancia o tamaño de la población se refiere a cuando el número de individuos de la población es mayor que la que normalmente alberga. Lo anterior puede deberse a abundancia de alimentos, espacio o a una elevada natalidad. La densidad corresponde al número de individuos por unidad de área.

Comunidades

Las comunidades están constituidas por un conjunto de poblaciones de diferente especie que se encuentran en una misma área, sus elementos presentan cambios en el tiempo y en el espacio de acuerdo con las condiciones ambientales. Esto significa que las especies que forman una comunidad, por ejemplo la del bosque, pueden cambiar con el tiempo. Unas variarán, otras se perderán y unas más dejarán el lugar para conseguir mejores condiciones de supervivencia.

Scanned with CamScanner

La comunidad biológica o ecológica se define como el conjunto de poblaciones de distintas especies que coexisten en el tiempo y en el espacio, de manera que pueden tener interacciones con sus miembros.

Características de la estructura de las comunidades:

- Riqueza se define como el número de especies o su abundancia.
- Diversidad se refiere a la cantidad de especies que conviven en un lugar formando una comunidad.
- Estructura física trata de la ubicación de los organismos en un espacio horizontal o vertical.
- Estructura trófica es la que observa los niveles de alimentación y las rutas que siguen.
- Dinámica se refiere a las relaciones de los integrantes de la comunidad y a la intensidad de su actividad; aspectos frecuentemente determinados por las estaciones del año.

ACTIVIDADES

La mariposa monarca

Antecedentes

Los sitios de hibernación de las mariposas monarca (*Danaus plexipus*) son los bosques de *Abies religiosa* (oyameles) de Michoacán y del Estado de México. Estos lugares fueron reconocidos como Área Natural Protegida que ocupan 16 110 hectáreas. Las mariposas migran hacia el sur provenientes de la franja fronteriza de Estados Unidos y Canadá, donde emergen como adultos durante los meses de septiembre y octubre.

Cuando empiezan las bajas temperaturas de invierno, las monarca vuelan hacia el sur aprovechando las corrientes de aire para planear. Se ha calculado que recorren de 3 000 a 4 200 km en 25 días. Llegan a los bosques mexicanos a finales de octubre y principios de noviembre, y permanecen ahí por cinco meses. A finales de febrero comienzan a aparearse. Las hembras fecundadas reemigran hacia el norte y ovopocitan (ponen sus huevos) en tres especies de plantas del género *Asclepia*, al sur de Estados Unidos.

Mariposa monarca.

Después de siete días, de los huevos emergen las larvas, que se alimentan del propio cascarón del huevo y de las hojas de la *Asclepia*, que son tóxicas y de sabor desagradable. Dicho hábito alimentario es el responsable de que las mariposas adultas sean tóxicas para los depredadores. Después de varias semanas de alimentación, la larva se cuelga de cabeza a la planta y se convierte en una crisálida verde, con puntos negros y dorados. Posteriormente sale del capullo una mariposa anaranjada, con venas negras y moteada de blanco.

Se cree que el **ciclo de vida** de la mariposa monarca que llega a México es de seis a siete meses, pero aún no se sabe con seguridad por qué y cómo estas poblaciones regresan cada año por millones a los mismos bosques de México. Una hipótesis al respecto explica que las monarca se orientan por fenómenos magnéticos; sin embargo, sólo se sabe que salen de la región que habitan antes del invierno, cuando les llegan masas de aire frío y el periodo de luz solar empieza a reducirse.

Con la migración, las monarca aseguran su reproducción y supervivencia. Durante toda su estancia en los bosques mexicanos, dependen en gran medida de las variaciones climáticas y de la luz solar en estas comunidades. El tema de la protección de la mariposa monarca es muy controvertido.

Scanned with CamScanner

Existen diferentes opiniones sobre cuáles son los requerimientos de la mariposa para que continúen llegando a hibernar (periodo en que algunos animales reducen el funcionamiento de su metabolismo al mínimo para soportar la escasez de alimento, principalmente la llevan a cabo en época de invierno).

Alrededor de la mariposa monarca existen muchas ideas opuestas entre sí, por ejemplo: hay quienes afirman que la tala de los bosques es benéfica para el fenómeno de la llegada de la mariposa, pues esta actividad se ha practicado durante años y la mariposa continúa su migración. Otros dicen que sólo debe practicarse con mucho cuidado fuera de la temporada de invierno. Por el contrario, investigadores y grupos de ambientalistas piensan que los bosques de *Abies religiosa* que reciben a la mariposa monarca cada año deben permanecer con el mínimo posible de afectaciones, ya que, aparte de pasar el invierno en un ambiente más tolerable para ella y reproducirse, no se conocen otras causas por las cuales cada año regresan al mismo sitio las colonias de monarcas, y la eliminación de los abetos donde se refugian puede tener efectos negativos e irremediables.

Objetivo: Que los alumnos resuelvan las siguientes preguntas relacionadas con la mariposa monarca.

Preguntas:

1. ¿Qué tipo de información sobre la mariposa monarca debe difundirse entre los pobladores para convencerlos de la suspensión total de la tala del oyamel?
2. ¿Qué otros problemas ambientales afectan a la mariposa monarca?
3. ¿Cómo lograrías que los visitantes tomaran conciencia sobre la **fragilidad de la población** de la mariposa monarca?
4. ¿Qué actividades planearías y llevarías a cabo para conservar el bosque de oyamel?

Para enriquecer la información busca en:

Aridjis, H., "Informe: mariposa monarca" en *Reforma*, México, D.F., 9 de marzo de 1997.

Instituto Nacional de Ecología-Semarnap, *Reserva Especial de Biosfera Mariposa Monarca. Actualización de un proyecto común.* 1 de noviembre de 1996, México.

Competencia entre poblaciones

Introducción: Cuando dos especies próximas que compiten por el alimento, espacio, luz y otros recursos, son incapaces de vivir en el mismo hábitat, las condiciones ambientales son las que determinan cuál de las dos sobrevive; así se explica por qué las especies diferentes se suceden unas a otras durante las estaciones del año.

Objetivo: Que los alumnos conozcan cómo afectan los factores ambientales en la competencia de dos especies próximas.

Problema: ¿Afectará en forma distinta a las dos poblaciones, al competir en condiciones ambientales diferentes?

Hipótesis: Elabora y escribe tu hipótesis sobre la línea.

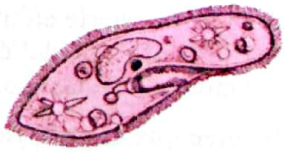
_____

Procedimiento: Realiza esta actividad en equipos de cinco compañeros.

En esta actividad conocerás la competencia entre poblaciones de dos especies de protozoarios: "A" *Paramecium caudatum*, que tiene la parte posterior con punta aguda y "B" *Paramecium aurelia*, cuya parte posterior tiene punta roma, puestas durante una semana en diferentes condiciones, como la temperatura, el pH, la luz, el alimento, etcétera.

1. Preparen las infusiones de trigo, paja y arroz.

A. *Paramecium caudatum.*



B. *Paramecium aurelia.*

Scanned with CamScanner

2. Viertan en 4 frascos la infusión de paja y peguen etiquetas en ellos para identificarlos. Hagan lo mismo con otros cuatro frascos con la infusión de trigo y arroz.

   Pongan con el gotero algunas gotas de agua que contenga los dos tipos de *paramecium* y esperen dos días.

3. Hagan una preparación de cada infusión para que identifiquen los dos tipos de paramecio.

4. Realicen lo siguiente con los frascos de la infusión de paja: colóquenlos a temperatura de 22 °C, agreguen unas gotas de HCl, reduzcan el pH a 4 (prueben con el papel tornasol) y déjenlos cerca de una luz blanca.

5. Dejen los frascos de la infusión de trigo a temperatura de 30 °C, envueltos en celofán verde y con un pH de 7.

6. Dejen los frascos de la infusión de arroz a temperatura de 35 °C, envueltos en celofán azul y con un pH de 10.

7. Dejen los frascos por dos días en el laboratorio escolar.

8. Después de ese tiempo, tomen una muestra en un portaobjetos de los diferentes frascos y hagan una observación aproximada sobre el número de organismos de cada especie para conocer el patrón de crecimiento de cada una de ellas en las diferentes condiciones. Reflexionen en qué relación tiene la competencia con el número de paramecios detectados en cada especie.

9. Elaboren una tabla de datos para anotar sus observaciones, con la ayuda de su profesor.

10. Discutan los resultados con los compañeros de otros equipos.

11. Elaboren sus conclusiones y preséntenlas al grupo con ayuda de su profesor.

Material:

- 12 frascos de 125 mL.
- 1 microscopio óptico.
- 3 portaobjetos y 3 cubreobjetos.
- 2 goteros.
- 2 pipetas de 10 mL.
- 3 pliegos de papel celofán transparente, verde y azul.
- Infusiones de paja, trigo y arroz.
- Solución de HCl al 3 por ciento.
- Solución de NaOH al 3 por ciento.
- Agua colectada en algún estanque o zona de agua sin movimiento en la que se detecte la presencia de paramecium.

Scanned with CamScanner

LECCIÓN 3

3. Los ecosistemas

En 1935, Arthur George Tansley, ecólogo inglés, propuso el término ecosistema como categoría científica. Sin embargo, el concepto no es tan reciente ya que desde finales del siglo XIX, se empezaron a desarrollar trabajos que relacionaban a los organismos con su medio. En 1877, Karl Mobius describió una comunidad de organismos en un arrecife de ostras como "biocenosis".

En 1887, S. A. Forbes escribió un ensayo sobre el lago visto como "microcosmo". Tiempo más tarde, otros investigadores denominaron las interrelaciones entre los organismos y su medio como geobiocenosis o biosistema, pero el término ecosistema resultó ser más sencillo y memorizable tanto para los ecólogos europeos como para los norteamericanos.

Fig. 4.20 Ecosistema de bosque de pino en Monterrey.

En la actualidad, el ecosistema se define como la unidad natural de organismos y factores del medio, que interactúan formando un sistema en el cual hay un intercambio de elementos orgánicos e inorgánicos y de energía (figura 4.20). La biosfera puede considerarse como el ecosistema más grande en el planeta, o como la zona de la Tierra en la que existen manifestaciones de vida.

Para que un ecosistema persista debe contar con nutrientes, organismos productores, consumidores y descomponedores, y con una entrada permanente de energía, en este caso la solar. La energía fluye a través de los organismos cuando éstos interactúan, y se transforma finalmente en forma de calor. Los nutrientes son la principal fuente de materia prima para todos los seres vivos y se recicla entre los diferentes componentes físicos y biológicos del ecosistema. A esta serie de cambios ocurridos en el ecosistema se le conoce como dinámica del ecosistema.

3.1 La dinámica de un ecosistema

En cualquier ecosistema la caracterización corre a cargo de las plantas, por ejemplo en el bosque, algunas están cercanas al suelo, llamadas estrato rasante, otras ocupan el estrato herbáceo y en él crecen hierbas y pequeñas plantitas leñosas; otro estrato es el arbustivo, el cual se compone por arbustos que rebasan el metro de altura; y finalmente está el estrato arbóreo representado por todas las especies de árboles en ese ecosistema.

En los estratos encuentran alimento, hábitat y refugio muchas especies de aves, insectos, roedores, reptiles, hongos, bacterias y otras plantas. A su vez, las aves se alimentan de frutos, insectos o pequeñas larvas; los roedores pueden comer frutos y semillas y los pequeños mamíferos alimentarse de los roedores.

Todas estas especies crecen, se reproducen y mueren, pero no al mismo tiempo. Mientras unas aumentan en individuos, en otras disminuye su población, pues unas son el alimento de otras. Una población se recupera debido a que otra ha disminuido en número; por ejemplo, los ratones pueden agotar el alimento de semillas, por lo que buscar frutos es otra opción; mientras tanto, las plantas pueden florecer y formar nuevamente semillas.

Scanned with CamScanner

Flujo de energía en el ecosistema

La fuente principal de energía que mantiene la dinámica del ecosistema es el Sol, que influye de manera constante en todos los factores que conforman el ecosistema, sean bióticos o abióticos. La energía fluye de los productores (plantas) a los consumidores primarios, de ellos a los consumidores secundarios y de éstos a otros consumidores o a los desintegradores; en cada nivel se transforma una parte de energía en calor.

La energía fluye a través del ecosistema, se transforma de energía solar a energía química, por medio de la fotosíntesis, al formar moléculas orgánicas como los carbohidratos, proteínas o lípidos, que sirven para realizar los procesos vitales o construir tejidos. También la energía se transforma en movimiento o queda almacenada en forma de moléculas. Las materias primas (agua, dióxido de carbono, azufre, fósforo, nitrógeno, hidrógeno, oxígeno y otras más) que forman compuestos orgánicos se reciclan una infinidad de veces, mientras que la energía se transfiere de los vegetales a los animales o a los descomponedores y se diluye en la atmósfera en forma de calor.

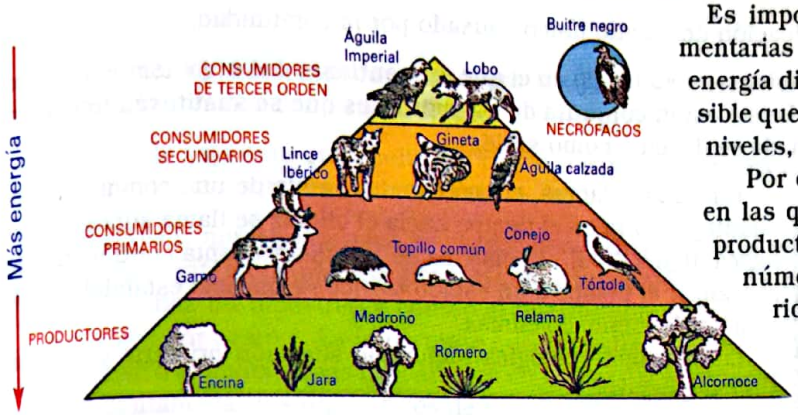


Fig. 4.21 Pirámide alimentaria. Los niveles de energía dentro del ecosistema van de uno mayor a otro menor: los productores forman la base de la pirámide, después se encuentran los consumidores primarios, le siguen los consumidores secundarios, y finalmente los consumidores terciarios, donde la cantidad de energía es mucho menor.

Es importante identificar que en las tramas alimentarias las redes son de pocos niveles, porque la energía disminuye en cada nivel, así que sería imposible que hubiera cadenas o tramas de más de cinco niveles, pues no habría energía para mantenerlos.

Por ello se forman las pirámides alimentarias en las que la base más ancha corresponde a los productores primarios, después disminuyen en número los diferentes consumidores primarios. En el siguiente nivel, las poblaciones de consumidores secundarios son menos numerosas; en el extremo superior los consumidores terciarios se reducen a poblaciones de menor número de integrantes. Esto explica por qué la mayoría de las cadenas tienen menos de seis eslabones (figura 4.21).

Las plantas y los animales muertos contienen energía y materias primas que utilizan los degradadores; éstos constituyen otro nivel de consumidores llamados descomponedores, precisamente porque descomponen este material en pequeñas unidades.

Las bacterias, los actinomicetos y los hongos (figura 4.22) son una clase especial de descomponedores

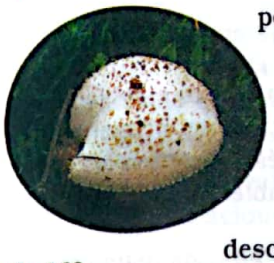


Fig. 4.22 Hongos descomponedores.

ACTIVIDAD

Pirámide alimentaria

Objetivo: Que los alumnos confirmen los conocimientos adquiridos sobre la pirámide alimentaria mediante la elaboración de una maqueta.

Procedimiento: Realiza esta actividad en grupos de cinco compañeros.

1. Investiguen en revistas especializadas, enciclopedias e Internet, cuáles son los productores primarios, secundarios y terciarios del ecosistema que predomina en su comunidad o estado.
2. Clasifiquen a los productores, consumidores primarios y secundarios.
3. Consigan el material adecuado para elaborar la maqueta de acuerdo con la información que obtengan (papel cascarón, figuras de plástico, pegamento blanco, papel crepé para simular follaje, etcétera).

Scanned with CamScanner

4. Escriban un resumen en el que expliquen las características de cada nivel trófico. Expongan su maqueta y expliquen al resto de los equipos, cuál es la pirámide alimentaria que se representa en ella.
5. Al final de cada presentación, realicen una ronda de preguntas y respuestas con sus demás compañeros.

Sucesión ecológica

La sucesión ecológica constituye un proceso, más o menos largo, en el que una zona cambia de vegetación es poblada por vegetales de menor a mayor complejidad.

En la década de 1970, Eugene P. Odum, ecólogo norteamericano, explicó las etapas de la sucesión ecológica y marcó tres aspectos:

1. Es un proceso de desarrollo de la comunidad que comprende cambios ordenados en la estructura de la especie y en los procesos de la misma.
2. Resulta de la modificación del medio físico causado por la comunidad.
3. Culmina en un ecosistema estabilizado en el que se mantienen los organismos y los factores del ambiente. La sucesión conjunta de comunidades que se sustituyen una a otra en un área determinada se designa como serie.

En otras palabras, el proceso de cambio de una comunidad que sustituye a otra en el tiempo hacia el clímax se llama sucesión ecológica (figura 4.23). El sistema se reajusta y adapta continuamente, al avanzar el tiempo a un estado teórico de máxima estabilidad y eficiencia, denominado clímax.

La sucesión ecológica incluye la sucesión primaria y la sucesión secundaria.

Fig. 4.23 Sucesión ecológica. Se inicia en una zona libre de organismos (1), donde pueden llegar plantas pioneras (2), que cambian las condiciones ambientales de la zona y facilitan la entrada de nuevas especies (3), las comunidades vegetales se suceden unas a otras (4), formando comunidades clímax.

Sucesión primaria

La sucesión primaria ocurre cuando aún no se han establecido organismos vivos en un área. Los que se establecen primero se denominan organismos pioneros, como los líquenes y musgos, después les siguen los pastos y plantas más tolerantes al Sol. En las comunidades clímax se establece estabilidad entre las especies, y entre éstas con los factores ambientales.

El clímax es el óptimo biológico a que una sucesión puede llegar en cada región tomando en cuenta que éste no es estático. Por ejemplo, las comunidades vegetales se suceden unas tras otras en un tiempo determinado, acorde con las circunstancias de cada una, las cuales fueron preparadas por la comunidad anterior en una secuencia ordenada.

Los bosques constituyen comunidades clímax de una prolongada sucesión ecológica: primero la arena fue cubierta por **gramíneas** herbáceas muy resistentes a la escasez de agua y de tipo rastrero (crecen al ras del suelo). Entre sus tallos quedaron atrapadas semillas de otro tipo de hierbas que comenzaron a desarrollarse y a modificar los componentes químicos del suelo. Posiblemente guardaron mayor humedad y proporcionaron sombra a otras semillas que lo requerían, sucediéndose de este modo comunidades de herbáceas que fueron alimento para insectos, aves y roedores.

Sucesión secundaria

La sucesión secundaria se presenta cuando una comunidad en clímax se altera (tierras de cultivo abandonadas, zonas que fueron incendiadas o taladas). Es común que las hierbas sean los primeros organismos que llegan a esta comunidad alterada, pues tienen rápido crecimiento y soportan condiciones ambientales extremosas. A este tipo de organismos

Scanned with CamScanner

ACTIVIDAD

Efecto de la luz en la sucesión ecológica en un acuario

Introducción: Los acuarios con cultivo de infusión de paja y de agua de charco, con diversas especies de protozoarios donde se desarrollan primero flagelados, después ciliados, como paramecios, y al final vorticelas y los metazoarios rotíferos, permiten hacer algunas investigaciones sobre la sucesión ecológica, aunque no se logren condiciones de equilibrio ya que no hay diversidad biológica y física suficiente.

Objetivo: Que los alumnos observen y determinen si la luz afecta la sucesión ecológica.

Problema: ¿Afecta la luz a la sucesión ecológica?

Hipótesis: _____

Procedimiento:

1. Investiga en diferentes fuentes sobre los protozoarios, sobre todo los relacionados con esta actividad.

   Hierve la paja para que suelte los nutrientes y se favorezca el desarrollo de las bacterias heterótrofas.

2. Observa la muestra de agua de charco para saber la composición de los diferentes organismos: productores, consumidores, desintegradores; haz un muestreo y conteo al microscopio (número de organismos por campo). Es importante que consultes o pidas apoyo a tu maestro cuando tengas dificultades en el uso del microscopio o para contabilizar los organismos de tu muestra.

3. Coloca el agua de charco en dos frascos de vidrio de boca ancha de 1 litro, agrega la infusión de paja y déjalos donde les dé la luz. Haz lo mismo con otros dos frascos, pero éstos deberán cubrirse con cartoncillo negro.

4. A los 10 días realiza el mismo muestreo y conteo. Observa si se presentan variaciones en la proporción.

5. A los 15 días vuelve a repetir el muestreo y los exámenes. Observa la variedad y diversidad de organismos, compara con los exámenes anteriores y determina lo siguiente:

   a) ¿Cuándo se presentó menor y mayor diversidad de especies?

   b) ¿Cuál fue la proporción de plantas y animales en cada uno de los muestreos (**producción bruta** y respiración)?

   c) ¿Cuándo la autotrofia excedió a la heterotrofia, es decir, cuándo se presentó mayor cantidad de productores (algas verdes) que de consumidores (animales) y dónde la producción bruta excede a la **producción de la comunidad**?

   d) ¿Cuándo se alcanza la mayor estabilidad y cuándo la autotrofia tiende a equilibrar a la heterotrofia?

Material:

- 1 microscopio óptico.
- 3 portaobjetos y 3 cubreobjetos.
- 3 goteros.
- 4 frascos de vidrio de 1 litro y de boca ancha.
- 1 pliego de papel cartoncillo negro.
- 1 pipeta de 10 mL.
- Infusión de paja.
- Agua de charco.
- Solución de NaOH al 3 por ciento.

Scanned with CamScanner

6. Analiza qué organismos son los productores, cuáles los consumidores primarios, cuáles los secundarios, quiénes son los descomponedores.

7. Describe la trama alimentaria.

Si al cultivo viejo de 15 días se le agregan nutrimentos, se presenta de nuevo la sucesión de poblaciones de organismos.

Puede experimentarse con varios acuarios iguales puestos en diferentes condiciones de luz, temperatura, nutrientes, pH (grado de acidez), sustancias contaminantes, etc., y comparar los efectos en las poblaciones.

se les conoce como invasores, los cuales son reemplazados por arbustos y árboles de rápido crecimiento; con el tiempo tiene lugar una mezcla gradual con la comunidad de los alrededores.

3.2 Diferentes tipos de ecosistemas

Un ecosistema intercambia materia y energía con otros ecosistemas colindantes, sin embargo tiene factores bióticos y abióticos más o menos constantes que lo diferencia de los ecosistemas que lo rodean. Es difícil ubicar el límite preciso entre los diferentes sistemas, principalmente porque no existen zonas de transiciones bruscas que los separen. Por el contrario, existen zonas que reúnen los elementos de ambos sistemas, por ejemplo, las zonas de transición entre una selva y un pastizal.

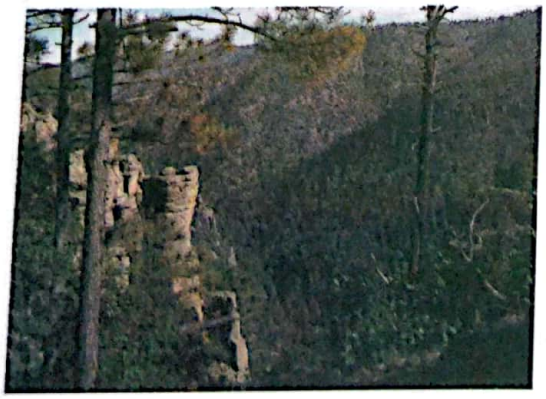
Los ecosistemas se dividen en terrestres y acuáticos. Los primeros son el bosque, la selva, el pastizal, el desierto y la tundra. Los ecosistemas acuáticos pueden ser de agua dulce o salada.

El bosque de clima templado

Los bosques se encuentran en zonas de latitud norte o en partes altas de las montañas; clima templado con patrones estacionales: frío en invierno y cálido en verano; precipitaciones que oscilan entre 760 y 1 500 mm anuales. Presentan el estrato arbóreo perenne (siempre verde) de una o varias especies y pocos representantes del estrato arbustivo y herbáceo. Se desarrollan hongos sobre los troncos de los árboles, en el suelo como setas y en el subsuelo hongos microscópicos y bacterias, formando junto con la materia orgánica un suelo rico en nutrientes.

Este ecosistema se conoce como bosque templado frío. Pueden ser bosques de árboles de hoja ancha (nogales, encinos, arces) que generalmente pierden sus hojas en el otoño y en el invierno. Existe otro tipo de bosque con hojas aciculares (en forma de aguja), como los bosques de coníferas o pinares (figura 4.24). Este bosque es característico de Canadá, Estados Unidos y algunos países del noroeste de Europa.

Fig. 4.24
Bosque templado frío.



La selva

Los bosques cálido-húmedos son llamados selvas. Son los ecosistemas más ricos en cuanto a variedad de organismos; en ellos interactúan un gran número de especies diferentes de hongos, plantas y de animales de distintos grupos. La presencia de plantas con hojas durante todo el año, o caducas en temporadas, se relaciona con la cantidad de lluvia que reciben.

Scanned with CamScanner

Según la altura de los árboles, las selvas pueden ser bajas, cuando predominan los árboles menores de 10 metros, o selvas altas, cuando las copas de éstos llegan a medir 30 metros o más. La selva mediana se caracteriza por árboles que llegan a medir hasta 20 metros. En este ecosistema abundan los arbustos, las hierbas y la **vegetación rasante** (figura 4.25).

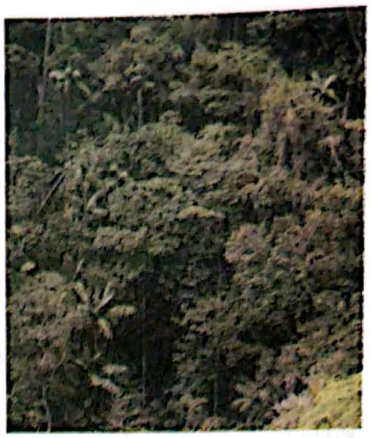


Fig. 4.25 Selva mediana. La selva es una región de vegetación exuberante que vista desde arriba se asemeja a una gran mancha verde.

El pastizal

Son grandes áreas abiertas con pocos árboles y gran cantidad de gramíneas o pastos; en estas zonas llueve poco (de 250 a 750 mm por año), o se dan sequías muy prolongadas. Los pastizales de climas templados se llaman praderas, como los que tienen vastas regiones de Estados Unidos y Canadá; en Sudamérica se les llama pampas.

Los pastizales tropicales se conocen como sabanas, muy extendidas en el centro de África; éstos mantienen a una diversidad de mamíferos herbívoros y grandes depredadores. Las zonas agrícolas más productivas se encuentran en estas regiones ya que son propicias para cultivos de maíz, sorgo, trigo, y otros granos más.

El desierto

En las regiones donde el régimen de lluvias es muy escaso o prácticamente no hay agua, se forman las zonas semiáridas y el desierto. Las zonas semiáridas se caracterizan por una diversidad de **cactáceas** (plantas de tallos carnosos con espinas) y arbustos leñosos con espinas, pero no existe un manto de vegetación continua, por lo que el suelo es desnudo en muchas áreas y se erosiona con facilidad.

Las cactáceas acumulan grandes reservas de agua en sus tejidos, presentan una cutícula gruesa para evitar la desecación y espinas para reducir al mínimo la **transpiración**. Estas plantas, por carecer de hojas, realizan la fotosíntesis en los tallos. Los animales más característicos son la víbora de cascabel, el coyote, el águila, el gavilán, el ratón, el búho, el perrito de la pradera, la liebre, el correcaminos, algunos escarabajos, el geko y la lagartija (figura 4.26).

Los organismos que pueblan el desierto tienen adaptaciones especiales que les permiten subsistir. Muchos de los animales son de vida nocturna y se refugian en sus madrigueras que los protegen del calor extremoso del día y del frío intenso de la noche. Tanto los animales como los vegetales presentan mecanismos para protegerse de la desecación y necesitan poca agua para sobrevivir. En estas zonas la diversidad y la abundancia de organismos son restringidas. La mayoría de ellos se ocultan en la arena y viven en madrigueras.

Fig. 4.26 Animales característicos del desierto: búho, perrito de la pradera, liebre y víbora.

ACTIVIDAD

Problema: ¿Cómo evita la cutícula de los nopales la evaporación del agua?

Objetivo: Que los alumnos observen de qué modo influye la cutícula de los nopales en la retención de agua.

Realiza esta actividad en equipos de cinco compañeros.

Elaboren una hipótesis en la que anticipen cuál de los nopales perderá más agua según la variable "cubierta de **cutícula**".

Material:

- 2 soportes universales.
- 3 nopales pequeños (aproximadamente del mismo peso).
- 3 pinzas para ropa.
- 1 m de cordón de ixtle.
- 1 navaja.
- Papel secante suficiente para envolver los tres nopales.
- 1 balanza.

Procedimiento

1. Elaboren en su cuaderno una tabla como la siguiente para anotar los datos del experimento.

Tabla de datos y observaciones

Penca de nopal	Peso inicial de la penca =	Peso final de la penca =	Peso perdido =
Sin cutícula			
Con cutícula completa			
Con raspaduras en la cutícula			

2. Corten o raspen con cuidado toda la cutícula de un nopal por ambos lados. Después, corten o raspen la cutícula de otro nopal pero sólo en pequeñas áreas en ambos lados, el tercer nopal déjenlo como está, es decir, con su cutícula. Pesen cada penca y anoten los resultados en la tabla (peso inicial).

3. Amarren bien el cordón de ixtle en los aros (o parrillas) del soporte universal de manera que quede estirado.

4. Envuelvan los tres nopales, por separado, con papel secante, cuidando que el papel y el nopal queden en estrecho contacto.

5. Dejen por tres semanas este dispositivo en el laboratorio de Biología o en un sitio seguro del salón. Después, pesen nuevamente cada penca y anoten los resultados en la tabla (peso final de la penca).

6. Calculen el peso perdido en cada penca (peso inicial menos el peso final).

Cuestionario:

a) Explica ¿qué representa la pérdida del peso?

b) ¿Cuáles son las variables en este experimento?

c) ¿Qué penca perdió más peso?

d) ¿Fue válida su hipótesis? ¿Cuál es su conclusión?

Scanned with CamScanner

La tundra

Este ecosistema se establece hacia el norte del planeta, a partir de donde terminan los bosques de coníferas hasta llegar al casquete polar en las zonas de hielos permanentes en las altas montañas. La tundra se ubica en el hemisferio norte del planeta, entre las nieves perpetuas del polo norte y los bosques de pinos.

En estas regiones áridas, heladas y oscuras en el invierno, el suelo no alcanza a descongelarse completamente en el verano, por lo que predomina la vegetación rasante de rápida floración, como musgos y líquenes. El corto periodo de deshielo superficial favorece la formación de charcos y lagunas. Su productividad es muy baja. Entre los principales consumidores primarios están el caribú americano y el reno europeo.

Ecosistemas acuáticos

La comunidad acuática está representada por las aguas marinas y dulces que se encuentran en la superficie del planeta. Las aguas marinas cubren 71% de esa superficie, con profundidades medias de 3 800 metros y máximas de 11 000 metros (en las fosas marinas). La diversidad es mayor en los consumidores que en los productores, debido a que los segundos sólo se encuentran en los primeros 200 metros de profundidad, y las bacterias desintegradoras desempeñan un papel imprescindible. En el medio marino pueden distinguirse inicialmente tres grandes tipos de sistemas ecológicos: el plancton, el bentos y el necton.

Plancton. Lo constituyen los organismos microscópicos que flotan pasivamente en el seno del agua; pueden ser arrastrados por los movimientos de ésta, pero también realizan amplios desplazamientos verticales, dependiendo de la dirección de las corrientes submarinas. El plancton está formado por fitoplancton (organismos autótrofos) y zooplancton (organismos heterótrofos).

Bentos. Se compone de organismos que viven libres en el fondo marino (bentos móvil) o bien se encuentran fijos (bentos sésil o fijo). Como ejemplos de bentos fijos están las esponjas y los corales y de bentos móviles los gusanos anélidos, caracoles de mar, etcétera.

Necton. Está formado por el conjunto de seres macroscópicos que viven en los diferentes niveles del océano, desplazándose activamente. Lo integran la mayoría de los peces, **cefalópodos** (calamar), crustáceos (cangrejos) y los mamíferos marinos (focas).

A los seres que viven entre la superficie y el fondo marino (plancton y necton), se les conoce como organismos pelágicos y a los que se relacionan con el fondo marino, organismos bentónicos (figura 4.27).

En relación con la profundidad de los fondos marinos, se pueden distinguir varias zonas a partir de la costa: la plataforma continental (0 a 200 metros), el talud continental (200 a 2 000 metros), llanura abisal (2 000 a 6 000 metros) y la zona infra abisal o hadal (más de 6 000 metros).

Las masas de agua situadas sobre la plataforma y el talud se conocen como región o zona nerítica; las que cubren el resto conforman la región oceánica. La región nerítica es una zona iluminada (penetración de rayos solares), de gran oleaje y mareas, con alta productividad debido a los diversos nutrientes que son producidos por los organismos fotosintéticos (algas unicelulares y pluricelulares) y los que llegan de la zona continental.

Los productores básicos en la zona nerítica son las algas, además del fitoplancton. Esta zona es la más rica en especies de interés alimentario y ecológico debido a que aquí se establece una gran cantidad de relaciones interespecíficas. El límite de las aguas es la zona litoral (figura 4.28).

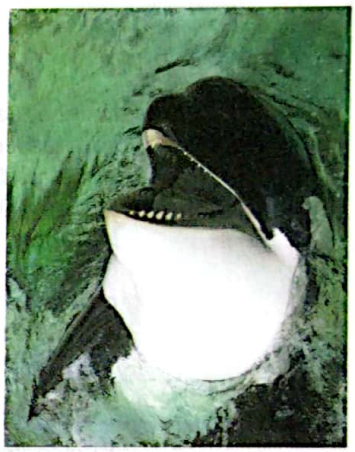


Fig. 4.27 Ejemplos de organismos que habitan ecosistemas marinos: estrella de mar, ballena orca, delfín y cangrejo.

Scanned with CamScanner

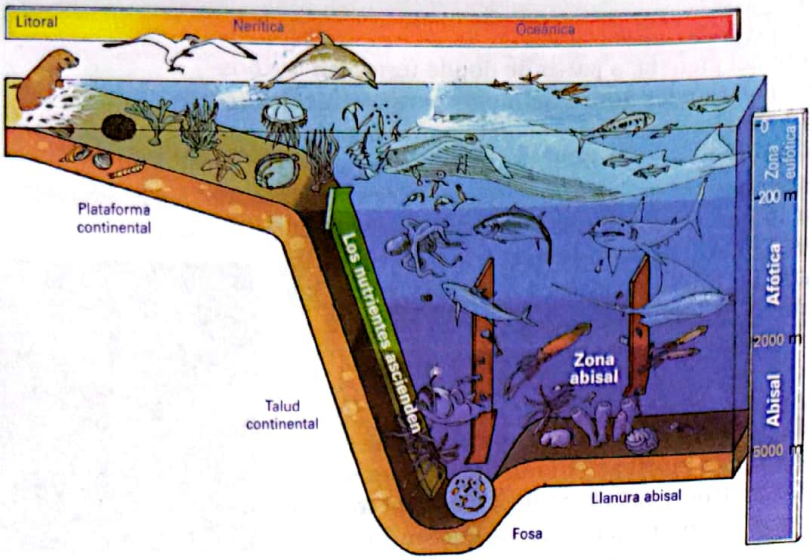


Fig. 4.28
Zonificación de la superficie, volumen y circulación de la materia en el medio marino.

La región oceánica es pobre en nutrientes, de allí su baja productividad. Sus aguas sólo son removidas por las corrientes. Se distingue una zona superior iluminada (eufótica) o epipelágica, que llega hasta unos 200 metros y otra inferior oscura (afótica) o batial, que carece de organismos fotosintéticos; sólo viven las bacterias quimiosintéticas. El plancton oceánico es menos denso que el nerítico debido a que es mayor el volumen de agua. Son características las formas abisales, como gusanos, medusas, peces cefalópodos y crustáceos por presentar órganos luminosos, bocas grandes y apéndices.

Las aguas dulces

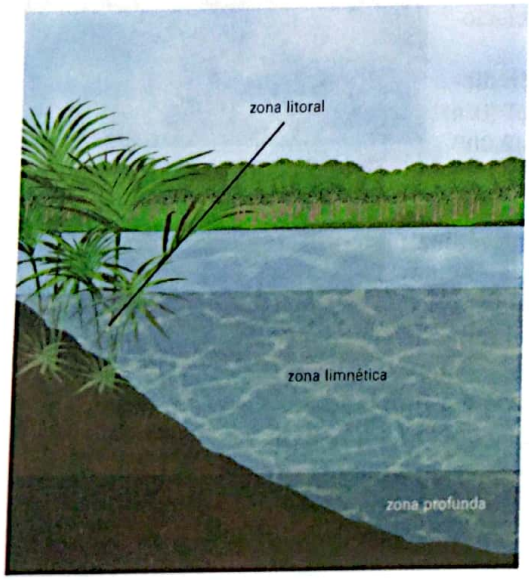
En el agua dulce también se presenta el plancton, el bentos y el necton. En comparación con las especies marinas, son menos diversas en especies e individuos. Presentan el neuston, formado por dos tipos: el epineuston, organismos que viven sobre la película superficial de agua, y el hiponeuston, organismos que viven inmediatamente por debajo de la superficie del agua.

Se reconocen dos tipos de formaciones de agua dulce: las aguas tranquilas, medio limnético o lacustre (charcas, estanques, lagunas, lagos) y las aguas en movimiento o medio lótico (torrentes y ríos).

El lago

El lago es un ecosistema acuático que presenta aguas tranquilas. El lago puede ser grande o pequeño, de agua dulce o salada (sobre todo en lagos cerrados), superficial o profundo y con un color que varía de acuerdo con el material orgánico del fondo (figura 4.29).

Fig. 4.29
Zonas de vida de un lago: zona litoral, zona limnética y zona profunda.



Casi todos los lagos con que cuenta nuestro país se localizan en la zona accidentada del Eje Volcánico Transversal, asociados al sistema de los ríos Lerma y Santiago. La Sierra Volcánica Transversal favorece la mayor permanencia del agua en el territorio, ya que se forman cuencas cerradas (también llamadas **cuencas endorreicas**), ríos y lagos.

En México, muchos lagos son de origen volcánico, como el lago de Texcoco, el cual se formó en una depresión rodeada de montañas volcánicas. El mayor de los lagos mexicanos es el de Chapala, que es alimentado por el sistema del río Lerma y tiene una superficie de 1 100 km^2 y una capacidad de almacenamiento de 5 000 a 6 000 m^3 de agua. Otros lagos importantes son Cuitzeo, Catemaco y Pátzcuaro.

La vegetación de este ecosistema se constituye por pequeñas algas y bacterias que forman el plancton. Además existen algas arraigadas al sustrato, así como plantas flotantes y otras plantas acuáticas que crecen en las orillas. Los animales de menor tamaño también forman parte del plancton, como caracoles, gusanos y larvas de diferentes especies de insectos.

Scanned with CamScanner

El hombre hace uso del lago para la pesca y la navegación, aprovecha sus aguas en el riego. De aquí la necesidad de cuidarlo a fin de no agotar las especies que lo conforman (figura 4.30).

Fig. 4.30
Los ríos y las lagunas son ecosistemas de agua dulce.

ACTIVIDAD

Identificación de los principales cuerpos de agua de México y sus problemas

Objetivo: Que investigues cuáles son los principales cuerpos de agua que posee México y qué importancia tienen para la fauna y flora.

Procedimiento: Realiza esta actividad de manera individual.

1. Investiga en libros de geografía y revistas especializadas sobre el tema, en qué estados o regiones de México se localizan los siguientes cuerpos de agua: océanos, golfos, laguna costera, ríos, lagos, lagunas, cenotes.
2. En un mapa de México con división política, identifica estos cuerpos y anota sus nombres.
3. Distingue las características entre océano y mar, y entre lago y laguna.

Cuestionario:

a) ¿Qué tipo de organismos viven en los océanos, mares y lagos?
b) ¿Qué es una laguna costera?
c) ¿Qué es un marisma?, ¿qué diferencias hay entre una laguna costera y un marisma?
d) De los cuerpos de agua anteriores, elige uno e investiga en qué condiciones de producción y contaminación se encuentran. Presenta los resultados de tu investigación e intercambia datos.

3.3 Los principales biomas de México

Nuestro país posee áreas cuyos factores bióticos y abióticos dan lugar a cinco zonas con características muy específicas, denominadas biomas. Éstos son tundra, bosque boreal, selva alta, pastizal y desierto. Los biomas son ecosistemas que presentan características climáticas, orográficas, hidrológicas y **edafológicas**, en donde se desarrollan e interrelacionan diferentes comunidades vegetales y animales. A continuación se describen, de manera general, los diferentes biomas y la flora y la fauna características de México.

Los bosques en México

Los bosques boreales de México se desarrollan en las cordilleras volcánicas y en las montañas del norte, en las cumbres de las Sierras Madres Oriental,

¿SABÍAS QUE?

En Oaxaca, Durango, Chihuahua y Michoacán numerosas comunidades indígenas desarrollan con éxito desde hace más de 15 años prácticas de manejo comunitario de los recursos de los bosques, principalmente de madera, resina, carbón, frutos y hongos.

Scanned with CamScanner

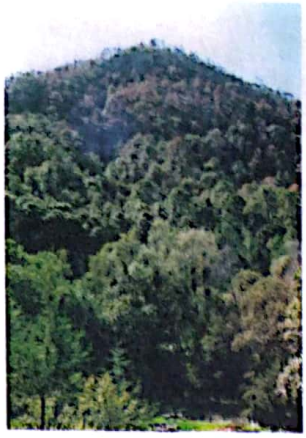


Fig. 4.31
Bosque de pinos en Tlaxco, Tlaxcala.

Occidental y de San Pedro Mártir. Algunos de los árboles dominantes en el bosque boreal del centro de México son el oyamel, ocote, ayacahuite, pinabete, aile y enebros alpinos. El estrato herbáceo y rasante lo forman musgos, hongos, líquenes y zacatonales (figura 4.31).

La fauna silvestre es escasa en estas localidades debido a que existen principalmente sólo bosques de pino y de encino. Se puede encontrar el zacatuche o conejo de los volcanes, una especie de conejo exclusiva de México, actualmente en peligro de extinción, que habita en los macizos volcánicos de la meseta central.

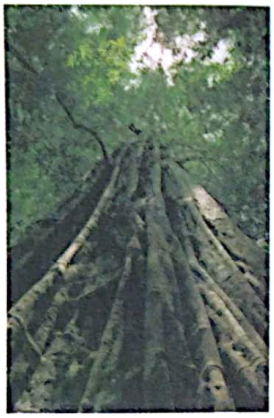
En México, el bioma bosque de las regiones templadas y frías se forma por árboles de hoja ancha; es un ecosistema ubicado en regiones aisladas de las sierras de los estados de Veracruz, Puebla, Hidalgo, Querétaro y San Luis Potosí. El **bosque mixto**, de gran importancia en México, presenta características combinadas tanto de la **taiga** como del bosque de hoja ancha.

Selva alta en México

La selva alta se distribuye en México por todo el sureste, desde la parte media de Campeche, continuándose a lo largo de la costa del Golfo, hasta el sur de Veracruz. Por el Océano Pacífico desde Chiapas hasta Nayarit.

La selva alta alberga una gran diversidad de especies de árboles; entre los más comunes están la caoba, el zapote y el chicozapote de los que se obtiene el chicle, y el **ramonal** formado por árboles de maderas preciosas, como caoba y cedro rojo, entre otros, los cuales ocupan lugares de suelo rocoso y pedregoso. En los estratos arbustivo y herbáceo además se encuentran palmas y bambúes (figura 4,32).

Fig. 4.32
Selva alta del sureste de México.



La selva mediana se localiza en los planos costeros y en las laderas bajas de los cerros en los estados de Veracruz, Oaxaca y parte de Yucatán. Este tipo de bioma ha sido parcialmente destruido por el hombre por la excesiva explotación. Entre los árboles dominantes de este tipo de bosque se encuentran el cedro rojo, el copal y el pochote. También hay amates, palmas y leguminosas.

Las selvas altas y medianas ofrecen una infinidad de hábitats y zonas de refugio y alimento a una diversa fauna silvestre, como el jaguar, el mono aullador o saraguato, el mono araña, el tapir o danta, el temazate, la paca o tepescuintle, el agutí, la gallina del monte y el hocofaisán (figura 4.33).

Los pastizales en México

En México cerca de 12% de su superficie terrestre está cubierta de pastizales templados, o de la mezcla de pastizal con la vegetación propia de las regiones semiáridas, como los cactos y las yucas. Este sistema se localiza a lo largo de la base de la Sierra Madre Occidental y en algunos de los picos de las mesetas de Chihuahua y Coahuila.

Fig. 4.33
El jaguar es una especie típica de las selvas altas y medianas de México.

La altiplanicie septentrional, el Bajío, el valle del Mezquital, el este de Puebla, la costa sur de Sonora, Sinaloa, y las mesetas de Oaxaca, aun cuando son secos, presentan gran riqueza de vegetación de pradera. La vegetación predominante en este ecosistema se forma por diferentes especies de gramíneas entremezcladas con árboles y arbustos pequeños, entre los cuales destacan el mezquite.

En la asociación de mezquite-pastizal se encuentra el berrendo y el venado bura, ambas especies han sido presas de cazadores aficionados por lo que se consideran especies con seria amenaza de extinción. También están presentes la liebre torda, el tlacoyote, el coyote y la zorra gris (figura 4.34).

Scanned with CamScanner

Los desiertos en México

La flora desértica se distribuye en grandes extensiones de territorio mexicano. Los desiertos típicos de México se extienden en las regiones del noreste, centro y oriente de la península de Baja California, en el noreste de Sonora (figura 4.35) y en el extremo norte de Chihuahua. Hay también otras regiones semiáridas hasta Sinaloa, Durango, Zacatecas San Luis Potosí y todo el valle de Tehuacán.

En la aridez intervienen varios factores como la humedad, las temperaturas del aire y del suelo, la evaporación, la radiación solar, la cobertura de vegetales, estructura y composición del suelo, entre otros.

En los desiertos llueve poco, se puede decir que las precipitaciones anuales varían entre 50 y 475 mm, según la región. Existen regiones de extrema sequía, como el desierto de Altar, en Sonora, y la costa oriental de Baja California, que no llegan a los 100 mm de precipitación anual. Las regiones semiáridas del norte de México poseen una diversidad de plantas y animales con adaptaciones características que les permite soportar el clima extremoso.

En las regiones semiáridas se forman microclimas, es decir, pequeñas áreas donde el clima es diferente al resto de la región, ello se debe a las temperaturas del suelo, a la sombra de los vegetales. Por ejemplo, si se desarrolla un agave la temperatura puede variar de 68 °C a la intemperie y 41 °C a la sombra. Una madriguera construída debajo de una nopalera puede tener hasta 33 °C, incluso las lagartijas que se posan sobre el agave, lo hacen en la parte de sombra porque la diferencia con la que está expuesta al sol es de 8 °C.

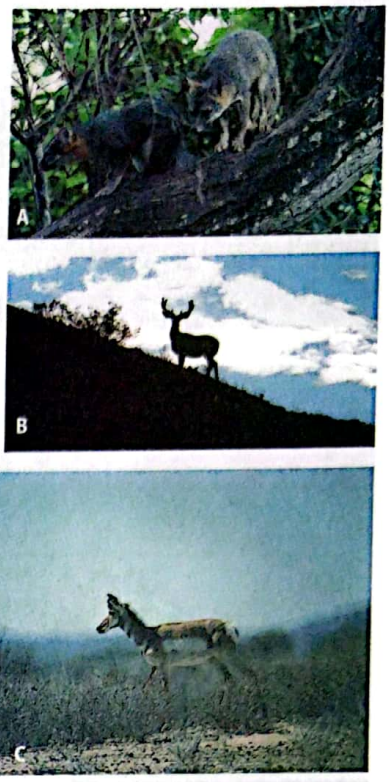


Fig. 4.34
Especies del mezquite-pastizal:
A. Zorra gris
B. Venado bura
C. Berrendo

Los desiertos de cactos son comunidades ricas en especies de animales y vegetales y establecen una zona de transición con la comunidad de mezquite-pastizal. El desierto sonorense, de baja altitud, tiene una cactácea típica, el Sahuaro, que llega a medir hasta 15 metros de alto, vive más de 200 años y representa una reserva de más de 300 litros de agua. Los cactos forman una comunidad con las yucas, mezquite y diversos arbustos. También existen comunidades de arbustos espinosos en los que predomina la gobernadora, el maguey y la candelilla. En el estrato rasante abunda el nopal rastrero (figura 4.36).

El desierto lo habitan el borrego cimarrón, el venado bura y el berrendo. También hay venado de cola blanca, liebre de cola negra y zorra norteña (figura 4.37). Entre las aves se localizan la codorniz escamosa y la de Gambel; se presentan cinco especies de anfibios y 36 especies de reptiles.

La tundra en México

En México las regiones de tundra incluyen las elevaciones nevadas permanentes por lo que se denominan alpinas. Se desarrolla tundra alpina en el Popocatépetl (5 542 metros de altitud), en el Iztaccíhuatl (5 286 metros de altitud) y en el Citlaltépetl o Pico de Orizaba (5 700 metros de altitud). El límite de la **zona arbórea** se localiza cerca de los 400 metros de altura y la temperatura media mensual no rebasa 10 °C.

La tundra alpina presenta fluctuaciones notables de temperatura entre el día y la noche, con fuertes vientos e intensa insolación. Los vegetales dominantes en este ecosistema son los musgos, los líquenes y algunas especies de gramíneas. La fauna es escasa y de poca importancia. Se pueden encontrar algunos insectos no alados y ratones.

Fig. 4.35
Desierto el Pinacate en Sonora.

Scanned with CamScanner

Fig. 4.36
Plantas del desierto forman comunidades de arbustos espinosos (Sierra La Madera, Coahuila).

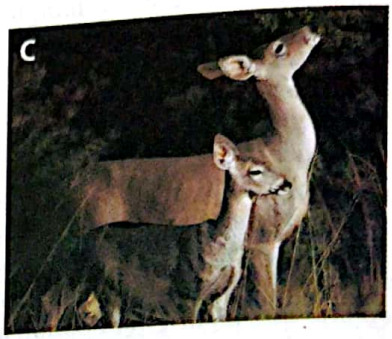


Fig. 4.37
A. Borrego cimarrón
B. Liebre de cola negra
C. Venado de cola blanca

ACTIVIDAD

Principales biomas de México y sus características más importantes

Objetivo: Que los alumnos reafirmen sus conocimientos acerca de los biomas de México, mediante una investigación bibliográfica.

Procedimiento: Organízate en equipos de cuatro compañeros y realiza la siguiente actividad.

1. Anoten en papeles pequeños los biomas de México y métanlos en una bolsa. Cada equipo sacará un papel, y de acuerdo con el nombre del bioma que hayan sacado, expondrán en clase luego de preparar el tema. Los biomas son bosque de pino-encino, selva alta perennifolia, selva mediana, selva baja, zona semiárida, desierto, pastizal, tundra.
2. Los aspectos que deben abarcar son características generales, clima, flora, fauna, distribución en México, productos que se extraen, situación de conservación en México, causas del deterioro (si lo hay), propuestas para su conservación y los aspectos que creas importantes sobre tu tema.
3. Distribúyanse cada bioma. Investiguen en libros, revistas especializadas, enciclopedias e Internet. Procuren reproducir imágenes a color para ilustrar su exposición, y todos los materiales gráficos que requieran (mapas, diapositivas, esquemas, etcétera).
4. Organicen la información que obtengan y redacten un borrador de cada aspecto investigado (que no exceda de una cuartilla). Discútanlo con el resto de su equipo y corríjanlo de ser necesario. Piensen en qué orden presentarán su investigación.
5. Al final de cada exposición organicen una ronda de preguntas y respuestas para aclarar las dudas de sus compañeros.

Scanned with CamScanner

LECCIÓN 4

4. Causas y consecuencias del deterioro ambiental

Los seres vivos, incluyendo el ser humano, son resultado de complejos procesos evolutivos que suscitan cambios en el ambiente y ejercen presión en las poblaciones, de tal manera que los individuos genéticamente capaces podrán sobrevivir y otros, por lo tanto, desaparecerán. Este largo proceso, como resultado de la selección natural, se ha visto afectado por la intervención del ser humano, ya sea porque practica la selección artificial de especies y variedades de plantas y animales de su interés, o bien, porque lleva a cabo actividades de sobreexplotación que eliminan o reducen los ecosistemas naturales.

La población humana crece de manera expansiva, invade áreas naturales para asentar ciudades, industrias o para desarrollar la agricultura; desplaza especies o las elimina con el uso de plaguicidas y fertilizantes. El principal problema es la manera como explota los recursos naturales.

Encontramos que las poblaciones se suceden en el tiempo hasta llegar a un clímax ecológico, donde los recursos se renuevan y las poblaciones decrecen hasta que el alimento, espacio o hábitat está disponible. Sin embargo, la especie humana sobreexplota los recursos y no da oportunidad para su recuperación, poniendo en riesgo a otras especies y a ella misma.

¿Cómo impedir que la extracción de recursos no genere destrucción y agotamiento de la naturaleza? ¿Es posible lograr un equilibrio con todos los seres vivos? Las respuestas a estas interrogantes no son fáciles de obtener debido a que los factores que intervienen para lograr un verdadero equilibrio, no sólo son naturales, sino económicos, sociales y políticos.

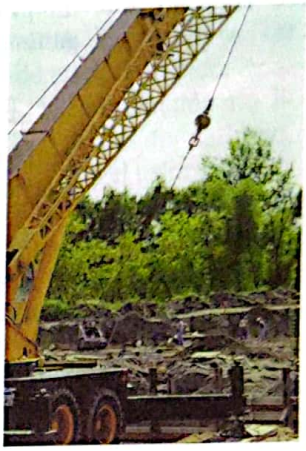


Fig. 4.38 Equipo de construcción removiendo la comunidad natural para desarrollo habitacional.

4.1 Deforestación y consecuencias

Todos nos hemos enterado por diferentes medios que la biodiversidad en nuestro país se ha reducido drásticamente, sobre todo en el medio urbano. La tala ilegal se practica a pesar de los reglamentos que indican su prohibición. Se extrae madera para leña, se cortan grandes árboles para abrir zonas de cultivo o desarrollar pastos para el ganado. Esta actividad es continua año con año, en pequeñas zonas, hasta deforestar completamente grandes áreas. Asimismo, el crecimiento de la población demanda expansión de ciudades y construcción de zonas habitacionales que invaden cerros y zonas rurales inadecuadas para la vivienda (figura 4.38).

Tala inmoderada

Los bosques y la selva son recursos que manejados adecuadamente, pueden ser explotados y mantenerse en pleno desarrollo. También son el albergue de 50% a 90% de las especies que constituyen la biodiversidad del planeta. Los bosques son importantes en el aspecto comercial porque proporcionan madera para construir casas, materia prima para combustible, pulpa para la elaboración de papel, sustancias para medicamentos y muchos otros productos. Muchas regiones de bosque son deforestados para dejar paso a la explotación minera, ganadera, maderera o para las actividades recreativas.

Cuando los bosques se sobreexplotan para obtener beneficios económicos, se acaba con el recurso porque no se planea esta actividad, se eliminan árboles mucho antes de tener plantaciones de otros que los sustituyan. Además, se deja al descubierto la zona de donde fue-

Scanned with CamScanner

Fig. 4.39
Zona agrícola: cultivo de maíz.

ron talados por lo que la evaporación del agua es mayor, el suelo se erosiona y en poco tiempo el ecosistema desaparece. En otros casos, se deforesta para emplear el área en cultivos de maíz u otro alimento. Sin embargo, el suelo natural carece de las características necesarias para mantener un solo tipo de vegetal, en poco tiempo se agotan los minerales que el vegetal cultivado necesita y el suelo ya no es productivo; los agricultores lo abandonan y buscan una nueva zona forestal para continuar con su actividad (figura 4.39).

Cuando se deja sin cubierta vegetal, si el área está en una pendiente, en época de lluvias se erosiona y ocasiona escurrimientos rápidos que llegan a inundar con lodo las zonas habitacionales, causando a la población graves problemas económicos por la pérdida de sus cultivos y viviendas, así como problemas de salud por las epidemias que se originan a causa de la proliferación de organismos en las aguas estancadas y que causan enfermedades.

El fuego

Entre muchos agricultores existe la idea de que se debe quemar lo que quedó de una cosecha como preparación del terreno para la que sigue, sin embargo, este hecho causa más deterioro que beneficio ya que, además de destruir la raíz del pasto, lo hace también con la de los arbustos y retoños de árboles y arbustos.

El periodo de incendios en nuestro país comprende desde el mes de diciembre, cuando abundan las herbáceas secas, hasta el comienzo de la temporada de lluvias, a fines del mes de mayo o junio. Cuando termina el incendio quedan cenizas de la materia orgánica en el suelo, esto perjudica, pues impiden germinar a las semillas de los árboles y arbustos de la zona.

Fig. 4.40
El sobrepastoreo trae como consecuencia la pérdida de la vegetación y la erosión del terreno.

4.2 El sobrepastoreo

La apertura de zonas de pastos para la ganadería se realiza eliminando los árboles y arbustos de selvas y bosques, lo que además de atentar contra el ecosistema, se complica más cuando los animales pisan constantemente las plántulas en crecimiento, evitando que lleguen a crecer y desarrollarse.

Por lo tanto, el pastoreo es un factor que altera los ecosistemas naturales. Cuando los pastos se secan en época de calor, pierden su valor nutritivo y no son útiles para el ganado, lo que ocasiona el abandono de los sitios (figura 4.40). Después, los suelos se erosionan y en algunos casos crece otro tipo de vegetación, más típica de zonas áridas, o incluso se llega a perder por el sobrepastoreo y a desertizarse (transformarse en desierto).

4.3 La contaminación ambiental

Las personas que viven en las ciudades reconocen como algo cotidiano las grandes avenidas, los autos, los autobuses y los camiones de todo tipo; el tráfico es constante. También hay grandes edificios, unidades habitacionales, centros comerciales, vendedores ambulantes en todos sitios: las industrias han quedado dentro de la ciudad porque ésta ha crecido en muy corto tiempo.

En pocas ocasiones se ven las montañas a lo lejos cuando los vientos se han llevado la capa gris que constantemente cubre la ciudad. Además, los habitantes usan gasolina como combustible para sus autos, gas para cocinar y bañarse, tienen aparatos eléctricos que les facilitan las actividades hogareñas y sus alimentos han sido fabricados con conservadores

Scanned with CamScanner

químicos o tratados con plaguicidas y fertilizantes para lograr su crecimiento o maduración. Pero, ¿cuál es el costo ecológico de todas estas comodidades y beneficios?

Mientras los avances en la industria y agricultura han dado resultados importantes en la vida de los seres humanos, los desechos que producen tienen efectos nocivos no sólo para los mismos habitantes de la ciudad, sino también para otras comunidades a grandes distancias. Los insecticidas, que protegen los jardines de la ciudad o que evitan el desarrollo de plagas que dañan los cultivos, también afectan la salud de pájaros, peces e insectos benéficos, así como la de los habitantes de la ciudad cuando consumen los productos, pues se han contaminado.

En el medio rural la contaminación se presenta con otras modalidades, principalmente la relacionada con partículas sólidas que flotan en el aire, la del suelo con fertilizantes y abonos artificiales que se usan en las actividades agrícola y ganadera. Los cuerpos de agua a los que se arrojan los desechos orgánicos que se producen en el campo inhabilitan la vida en ríos, lagos y otros cuerpos de agua.

La contaminación es uno de los problemas ambientales más importantes que afectan a nuestro planeta y surge cuando se produce un desequilibrio ambiental por presencia cuantitativa o cualitativa de materia o energía.

Se puede definir como contaminante a toda materia o energía en cualquiera de sus estados físicos y formas, que se encuentre en cantidades inusuales o que se presente en donde normalmente no debe estar, y actúe en la atmósfera, agua, suelo, flora o fauna. Frecuentemente la contaminación produce alteraciones a la salud de los seres vivos que habitan la zona afectada, mismos que pueden enfermarse e incluso morir.

¿SABÍAS QUE?

El hidrógeno gaseoso es un combustible que podría utilizarse en vez del petróleo y otros combustibles fósiles. Cuando se quema hidrógeno, este elemento se combina con el oxígeno del aire y produce vapor de agua, lo bastante limpio para ser condensado y bebido. Además, su combustión no libera dióxido de carbono, que retiene el calor en la atmósfera. El hidrógeno tiene casi 2.5 veces la energía, en peso, que la gasolina.

4.4 Diferentes tipos de contaminación

Contaminación por gases. En la época de invierno, la Ciudad de México presenta un fenómeno conocido como inversión térmica, provocado por infinidad de gases de hidrocarburos no quemados, óxidos de nitrógeno y azufre, ácidos, peróxidos, anhídrido sulfuroso, cloruro y bromuro de plomo. El 85% de estos gases los generan los automóviles particulares.

Inversión térmica. Es un fenómeno común en todo el mundo y consiste en que la capa de aire que queda en contacto con la superficie del suelo se mantenga ahí hasta que se eleve su temperatura y ascienda, siendo sustituida por aire frío que ahora ocupa su lugar. La inversión térmica es muy frecuente y tiene su mayor duración en la temporada de invierno. Cuando el aire se calienta por acción del sol y asciende, lo hace con los gases que se encuentran contaminando la atmósfera en su parte más baja y los distribuye a lugares lejanos como producto de la acción de los vientos (figura 4.41).

En temporadas frías muchas veces esa capa inferior no se calienta y por lo tanto no se mueve; mientras se concentra en ella una mayor cantidad de contaminantes atmosféricos que pueden afectar a todos los seres vivos produciendo enfermedades y, en algunos de ellos, la muerte.

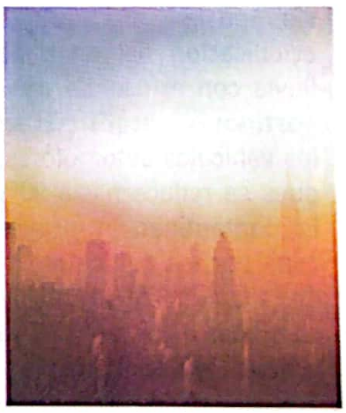


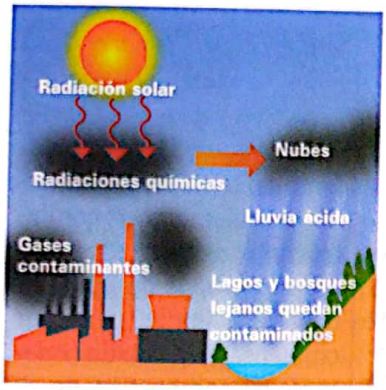
Fig. 4.41 Ciudad cubierta de gases de industrias y autos.

Contaminación por el polvo. El aire contiene partículas suspendidas que forman el polvo. Este polvo puede incrementarse con las tolvaneras generadas en las ciudades. En las grandes ciudades de la República, como Guadalajara, Monterrey y México, se generan principalmente en época de sequía, y es cuando el aire levanta miles de toneladas de polvo suspendido por la desecación de las tierras. Mucho de ese polvo es producto de la basura que se tira a cielo abierto y de la defecación al aire libre. Especial atención merece comprender que el excremento se reseca con el viento y el calor. Finalmente se pulveriza y es dispersado en el aire por el viento, lo que provoca que sea respirado o ingerido sin que nos demos cuenta. Lo que provoca enfermedades gastrointestinales, pulmonares e infecciones en ojos, oídos, nariz y garganta.

Scanned with CamScanner

Contaminación del aire. También llamada **atmosférica**, puede ser causada por materiales de diferentes tipos: gases, polvo, partículas líquidas, microorganismos y **radiaciones ionizantes**. La contaminación atmosférica es un problema social pues se produce por la acción del ser humano y ya ha rebasado límites permitidos constituyéndose como un problema de salud pública, ya que la formación del esmog o neblumo provoca enfermedades respiratorias. Por lo anterior, se han tomado medidas para evitar el envenenamiento mediante reglamentos tanto para los ciudadanos (uso de vehículos automotores) como para los industriales, a fin de eliminar la mayor cantidad de contaminantes posible.

Fig. 4.42
Esquema de la lluvia ácida.



Lluvia ácida

En épocas de lluvias se favorece el lavado natural de la atmósfera. Cuando el agua de la atmósfera se pone en contacto con los contaminantes del aire puede provocar otros problemas, como la acidez del agua y del suelo, pues al combinarse los óxidos de azufre y de carbono con el agua, se transforman en ácidos. Resultado de esto es la lluvia ligeramente ácida (figura 4.42).

El contacto de los ácidos con la vegetación puede provocar la muerte de los tejidos y alteraciones en grandes comunidades vegetales cercanas a las zonas industriales; así como la reducción en el crecimiento de las plantas acompañada de alteraciones fisiológicas y morfológicas.

Los contaminantes ácidos dañan las plantas a nivel del tejido fotosintético de la hoja. Las células, que forman parte del envés de las hojas son especialmente vulnerables al ataque de estas sustancias tóxicas del aire. Además, la lluvia ácida promueve que los nutrientes del suelo, como el calcio y el potasio, se disuelvan y filtren más fácilmente, lo que ocasiona la pérdida de la fertilidad del suelo y la movilización e incorporación de metales tóxicos emanados de los motores de combustión interna y de las chimeneas de las industrias, que provoca la disminución de las poblaciones de microorganismos descomponedores.

Los efectos de esta acidez son preocupantes, sobre todo en las poblaciones de peces y otros animales acuáticos.

Las partículas de fluoruro, el smog e incluso el hollín más fino, también afectan gravemente a la vegetación. La fotosíntesis se reduce en 60% cuando las concentraciones de smog son de 25/1 000 000 (o 25 **partes por millón**). La precipitación ácida provoca un daño directo a las raíces de las plantas debido al exceso de nitratos.

¿SABÍAS QUE?

El origen de los componentes ácidos de la atmósfera puede ser natural, producto de erupciones volcánicas, incendios forestales y tormentas eléctricas, o bien, producidas por las actividades humanas como las emisiones vehiculares e industriales. En México ha sido posible disminuir la acidificación del agua de lluvia con el uso de **convertidores catalíticos** en los vehículos automotores, pues se reduce hasta 90% la contaminación provocada por los óxidos emitidos a la atmósfera y que, al combinarse con el agua de la lluvia, la hacen ácida.

Efectos de la contaminación ambiental

El problema de la contaminación ambiental es un asunto que requiere de atención inmediata, no sólo de los gobiernos sino de los habitantes, pues la producimos todos, y todos debemos participar en alguna acción para lograr su disminución. El daño que ha causado tiene efectos de alcance mundial, por ello muchos países se han reunido en varias ocasiones para ponerse de acuerdo en las medidas a tomar, en un corto tiempo, para detener los efectos de la lluvia ácida, el calentamiento global, el efecto invernadero, los hoyos de la capa de ozono que permiten el paso de los rayos ultravioleta del sol, así como la contaminación de las aguas, entre muchos otros.

La contaminación del agua

El agua que corre en los ríos o la que está almacenada en los lagos se contamina con los desechos urbanos, industriales y agrícolas. La contaminación del agua consiste en la adición de impurezas que deterioran su calidad. Los de-

Scanned with CamScanner

¿SABÍAS QUE?

En la zona metropolitana de la Ciudad de México se consumen más de 74 m^3 de agua por segundo, lo que equivaldría a llenar más de seis veces el Estadio Azteca cada día. El agua que la ciudad requiere proviene de tres fuentes: 71% se extrae de los mantos acuíferos, 26.5% de las cuencas de los ríos Lerma y Cutzamala y 2.5% restante de las pocas fuentes superficiales que aún quedan en la cuenca de México, como el río Magdalena.

sechos acarrean una diversidad de químicos que pueden llegar a aumentar los elementos nutritivos de un lago; que aceleran la reproducción de plantas acuáticas como el lirio que convierten el lago en pantano y finalmente en un prado.

Este proceso se acelera cuando los desechos aportan grandes cantidades de fertilizantes agrícolas, grasas animales, aceites vegetales, detergentes, desechos industriales, etc. Al transformarse un lago, desaparecen organismos fotosintéticos (es decir, los productores primarios), lo cual trastorna la cadena de alimentación, que a su vez causa desequilibrio en el ecosistema y se pierde una fuente de recursos naturales para el ser humano.

La contaminación del mar por el petróleo crudo es ocasionada por los derrames de las plataformas petroleras y los accidentes de los grandes buques que lo transportan, así como los detergentes que se utilizan para limpiar, ya que éstos destruyen más organismos marinos que el petróleo.

ACTIVIDAD

Contaminación del agua

Problema: ¿Cómo puede afectar el incremento de contaminantes la vida en un cuerpo de agua?

Objetivo: Que conozcas cómo afectan los fosfatos y nitratos a un cultivo de protozoarios.
Investiguen previamente a la actividad lo referente a la vida de los protozoarios de vida libre y sobre las características de los nitratos y fosfatos, así como el uso que el ser humano hace de ellos.

Procedimiento: Realicen esta actividad en equipos de cinco compañeros.

1. Colecten en un frasco de precipitados de 250 mL, agua con algas que crecen sobre las paredes de un acuario. Si en su grupo no tienen acuario, pueden obtenerlas de una infusión de paja o tomar las que han crecido en una cubeta con agua. Asegúrense de que en el agua colectada también se encuentren protozoarios.

   Infusión de paja. En un vaso de precipitados tomen con tres dedos un poco de paja y agréguenle agua; déjenla hervir un poco. Después, dejen reposar la infusión por dos días. Luego de este tiempo, tomen con un gotero una gota de la infusión y colóquenla sobre el portaobjetos, pongan el cubreobjetos sobre la muestra. Observarán en el microscopio pequeñas células que se mueven en el agua (protozoarios y algas).

   Si no es posible conseguir paja para elaborar la infusión, sustitúyanla con algas crecidas en una cubeta con agua. Pueden obtenerlas si dejan una cubeta con agua de la llave al aire libre. Al cabo de una o dos semanas empiezan a crecer algas sobre las paredes de la cubeta. Retiren un poco de lama verde (algas) y manténganla en un poco de agua en un frasco, déjenla en un lugar iluminado hasta que la utilicen en el experimento.

2. Preparación de soluciones. Pesen 3 gramos de sales de fosfato y agréguenlo a 1 L de agua destilada.

   Pesen 3 gramos de sales de nitrato y agréguenlo a 1 L de agua destilada, agiten hasta que las sales se hayan disuelto.

   Marquen cada frasco con el nombre de la solución fosfato al 0.3% y nitrato al 0.3 por ciento.

Material:

- Algas de estanque.
- 50 g de paja.
- 1 vaso de precipitados de 500 mL.
- 1 mechero.
- 1 soporte universal.
- Sales de fosfato básico.
- Sales de nitrato básico.
- 1 báscula.
- 3 L de agua destilada.
- 2 probetas graduadas de 1 L.

Scanned with CamScanner

Material para cada equipo:

- 4 tubos de ensayo con tapa de baquelita.
- 1 marcador o lápiz graso.
- 100 mL de solución de fosfato al 0.3 por ciento.
- 100 mL de solución de nitrato al 0.3 por ciento.
- 1 gotero.
- 1 probeta graduada de 250 mL.
- 1 microscopio óptico.
- 3 portaobjetos.
- 3 cubreobjetos.
- 1 gotero.

3. Marquen cada tubo de ensayo con las siguientes soluciones:
   Tubo 1 – **agua destilada**
   Tubo 2 – fosfato
   Tubo 3 – nitrato
   Tubo 4 – fosfato y nitrato
4. Determinen el volumen de cada tubo con la probeta graduada. Pueden hacerlo colocando agua de la llave en el tubo y después vaciar esta agua en la probeta para conocer el volumen del agua en el tubo.
5. Después agreguen la solución apropiada hasta 80% en cada tubo, por ejemplo: tubo 1 con agua destilada, tubo 2 con la solución de fosfato, tubo 3 con la solución de nitrato, y al tubo 4 agreguen cantidades iguales de cada solución.
6. Agiten suavemente la infusión con el cultivo de microorganismos. Extraigan con el gotero agua de este cultivo y coloquen 5 gotas dentro de cada uno de los cuatro tubos. Tapen perfectamente los tubos y colóquenlos de manera horizontal cerca de la ventana o en una fuente de luz (puede ser una lámpara de 60 watts).
7. Desarrollen una hipótesis sobre cómo se comportará el incremento de los microorganismos en cada tubo a través de dos semanas. Esto puede observarse por el color y la densidad del agua en el tubo. El cultivo será más oscuro y denso a medida que se desarrollen más microorganismos.

Hipótesis:

8. Examinen los tubos al final de la primera y segunda semana, anoten sus observaciones en una tabla como la siguiente.

Datos y observaciones: desarrollo de microorganismos

TUBO	PRIMERA SEMANA	SEGUNDA SEMANA
1		
2		
3		
4		

9. Con base en las preguntas del cuestionario, analicen los resultados y elaboren sus conclusiones.
10. Presenten al grupo sus resultados y discútanlos con ayuda de su profesor.

Cuestionario:

a) ¿Cuál mostró mayor desarrollo de microorganismos?
b) Compara el desarrollo de los microorganismos en los tubos 3 y 4.
c) ¿Qué propósito se persigue con el tubo 1, en el que no se incluyeron sales de fosfato o de nitrato?
d) ¿Los resultados apoyan su hipótesis? Expliquen.
e) En este experimento se obtuvieron datos cualitativos. Los estudios cualitativos muestran cambios relativos entre los diferentes grupos de prueba. Estos cambios son observados sin ser medidos. En un estudio cuantitativo, los cambios en los diferentes grupos de prueba son medidos. ¿Qué datos podrían tomarse si el experimento fuera cuantitativo?
f) ¿Qué puede ocasionar el incremento de nutrimentos en un cuerpo de agua?

Destrucción de la capa de ozono

La atmósfera se define como la capa de gases que rodea a un planeta y que sirve para protegerlo de los aerolitos, en el caso de la Tierra, además, protege las diferentes formas de vida de los rayos ultravioleta y de los cambios extremos de temperatura. La atmósfera terrestre se divide en cuatro capas, cada una con diferente composición y **comportamiento térmico**; éstas son troposfera, estratosfera, mesosfera y ionosfera.

Scanned with CamScanner

La troposfera y la estratosfera son las dos capas que crean condiciones óptimas para la vida en el planeta y que la protegen de factores externos a la Tierra. La primera está formada por nitrógeno (72.9%), oxígeno (19.4%) y gases nobles como el argón, helio (1.4%), etc. La estratosfera contiene una zona en la que se concentra una cantidad considerable de ozono. La capa de ozono protege la vida en el planeta absorbiendo una gran cantidad de rayos ultravioleta, generados por la radiación solar, que de llegar a los seres vivos afectaría sus tejidos destruyéndolos y produciendo cánceres de piel en muchas especies, entre ellas la humana.

No obstante, la actividad económica humana ha generado otros compuestos capaces de deteriorar el ozono. Los principales son los compuestos de cloro, que también actúan como gases de precursores del **efecto invernadero**. En 1987 se comprobó, por primera vez, que los compuestos químicos responsables de la destrucción de la capa de ozono en el polo sur del planeta eran los clorofluorocarbonos (compuesto orgánico formada por cadenas de átomos de carbono, cloro y flúor), que interactúan con el ozono y lo transforman en compuestos que no detienen los rayos ultravioleta, dejándolos pasar hasta la superficie terrestre.

Esta sustancia se introdujo por primera vez en 1939 y ha sido utilizada por millones de toneladas como refrigerante en aparatos de aire acondicionado y refrigeradores, como agente propulsor en las latas de aerosoles (spray para el cabello, desodorantes, insecticidas, lacas y pinturas), en la fabricación de plásticos espumosos, para el control de incendios y en la limpieza de partes electrónicas.

Los principales efectos provocados por la destrucción de la capa de ozono son lesiones en los tejidos vegetales, que alteran la producción de clorofila y a su vez afecta la función fotosintética. Entre las consecuencias directas en la salud del ser humano se encuentran el incremento de cáncer en la piel y de cataratas. En el caso del cáncer de piel (melanoma), los rayos ultravioleta afectan la información genética de las células que conforman la piel, provocando que algunas de ellas se reproduzcan en forma incontrolable y se distribuyan en el organismo produciendo tumores que pueden provocar la muerte.

Basura

Los principales contaminantes que provienen del hogar son **residuos sólidos**. La basura doméstica se genera por el consumo de productos que son acompañados por envases, empaques, envolturas y otros materiales más, que inmediatamente se convierten en basura al no tener otro uso. Mucho de lo que se compra se tira de inmediato, como las envolturas, las latas, los envases y las cajas de empaque.

Se ha calculado que los residuos alimenticios constituyen 44.2% de los residuos sólidos, le sigue el papel con 18.9%, el cartón con 4.9%, el pañal desechable con 5.4%, el residuo de jardinería con 4.3%, el vidrio transparente con 3.9%. El plástico es poco en peso, 3.9%, pero en volumen posee el valor más elevado.

En México, los desechos que se producen en los hogares son llevados generalmente a tiraderos a "cielo abierto", lo cual representa un problema ambiental y de salud para la población. En los tiraderos a "cielo abierto" se produce gran cantidad de microorganismos patógenos que afectan a la salud humana.

La basura urbana se genera al adquirirse productos que van acompañados de muchos materiales que no tienen otro uso, al desperdicio de objetos que son tirados a la calle o amontonados en espacios en donde se deterioran más. Tanto en las ciudades como en el medio rural se forman tiraderos clandestinos de desperdicios sólidos que favorecen el desarrollo de fauna nociva, que

¿SABÍAS QUE?

En la zona metropolitana de la Ciudad de México se producen más de 19 000 toneladas de basura al día. Las cuales tienen diferentes orígenes: 43.3% es doméstico, 23.5% de los comercios, 10.4% de los mercados públicos, 10.6% de parques y jardines, 1 % de los hospitales y 11.2% de diversas actividades. En promedio, cada ciudadano genera diariamente 1 kilo de residuos sólidos. El 48% de la basura de la ciudad es orgánica, 5% es de papel y cartón, 8% es vidrio, 5% es plástico, 6% son fierros, 5% aluminio, 4% trapos, 3% pañales desechables y 6% restante de diversos objetos.

Scanned with CamScanner

Fig. 4.43
Tiradero de latas y desperdicios sólidos inorgánicos.

representan focos de infección y transmisión de enfermedades (figura 4.43).

En los países desarrollados la producción de basura ha crecido con el avance tecnológico, actualmente se producen en la ciudad de México y zona conurbada, alrededor de 5 millones de toneladas de basura doméstica e industrial. Sólo 30 % de ésta se confina en rellenos sanitarios, es decir, se entierra, y 70% se deja en tiraderos a "cielo abierto", donde miles de personas viven de la recolección de desechos (figura 4.44). La basura es un problema ambiental, sanitario, político y social. En algunos lugares se forman asentamientos humanos que viven de y entre la basura.

La basura industrial está estrechamente relacionada con la materia prima utilizada, con los productos elaborados, con el material con que se envuelven, con los contenedores del producto durante su traslado, etc. Los desechos industriales, además de los desechos sólidos pueden ser líquidos que se canalizan a fuentes de agua cercanas (**hidrosfera**), o gaseosos que se proyectan al aire.

Desechos orgánicos e inorgánicos aprovechables

Los **desechos orgánicos** en su mayoría provienen de los residuos domésticos, de algunas industrias de alimentos, de papel, cartón y de fertilizantes. Con los desechos orgánicos se puede fabricar **composta** (materia orgánica) a gran escala o incluso para uso doméstico. El proceso es simple, consiste en reunir los residuos de alimentos como cáscaras, vegetales, cascarón de huevo, papel y todo lo que sea **orgánico,** se vierte en un cajón cubierto con un plástico negro, se coloca la basura por capas intercalando aserrín y cal (esta última para evitar el mal olor y la presencia de moscas y otros insectos), se remoja y cubre. Al cabo de semanas puede obtenerse la composta con una textura de materia orgánica limpia sin olores y parecida a la tierra de hoja que sirve como abono orgánico.

Los desechos inorgánicos están constituidos por materiales **no biodegradables** como el vidrio, los plásticos y los metales; es posible su reutilización elaborando objetos útiles para el hogar y adornos. Los desechos inorgánicos pueden enviarse a centros especiales de acopio para su reciclaje.

¿SABÍAS QUE?

Zoólogos de la UNAM trabajan en un proyecto en el que grillos, moscas, gusanos y cucarachas pueden ser recicladores de basura, ya que pueden convertirla en materia orgánica útil para la alimentación animal. Durante su alimentación, el gusano de la harina *Tenebrio molitor* procesa desechos orgánicos que convierte en proteínas, carbohidratos y grasas. Esta mezcla se puede añadir a los alimentos para pollos, peces y cerdos, aportándoles valores nutritivos. La explotación comercial de este proceso abre la posibilidad de una mejor utilización de los desperdicios orgánicos, principalmente de los que se producen en las grandes ciudades.

Fig. 4.44
En los tiraderos al aire libre muchas personas obtienen materiales para su reciclaje.

Scanned with CamScanner

LECCIÓN 5

5. Acciones para prevenir problemas ambientales

5.1 Acciones para la conservación, recuperación y mantenimiento de áreas naturales

México es un país que conserva muchas culturas, por ello cualquier política para conservar o preservar el ambiente debe tomar en cuenta el aspecto cultural. Los ecólogos afirman que la diversidad cultural del país surgió como consecuencia de la diversidad ecológica.

En muchas áreas naturales de México se han reemplazado especies animales y vegetales, a pesar de que no corresponden totalmente con la vegetación característica de la región. Sin embargo, existen muchas áreas pequeñas en extensión que no pueden declararse como protegidas, pues implicarían actividades de mantenimiento y vigilancia de elevado costo. En México se han decretado áreas protegidas en diferentes categorías como parques nacionales, áreas de protección de los recursos naturales y áreas protegidas privadas. Entre las áreas protegidas más importantes destacan:

ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE MÉXICO

ÁREA PROTEGIDA	TIPO	EXTENSIÓN (HECTÁREAS)	ESTADO
Cañón del Sumidero	Parque Nacional	21 789	Chiapas
Cascadas de Agua Azul	Reserva de la Biosfera	2 580	Chiapas
Cascada de Basaseachic	Parque Nacional	5 802	Chihuahua
Desierto de los Leones	Parque Nacional	1 867	Distrito Federal
Bolsón de Mapimí	Reserva de la Biosfera	20 000	Durango
Sierra de Manantlán	Reserva de la Biosfera	137 557	Jalisco
Mariposa Monarca	Reserva especial de la Biosfera	16 110	Michoacán y Estado de México
El Tepozteco	Parque Nacional	24 000	Morelos
Lagunas de Chacahua	Parque Nacional	2 737	Oaxaca
Sian Ka'an	Reserva de la Biosfera	110 km de longitud	Quintana Roo
El Pinacate	Reserva de la Biosfera	28 600	Sonora
Pantanos de Centla	Reserva de la Biosfera	290 037	Tabasco

La participación ciudadana en la solución de problemas ambientales se inicia con el conocimiento de los mismos, con la explicación de las causas y los efectos del deterioro ambiental y de la manera en que podemos contribuir. Para ello es necesario pasar por un proceso de cambios de actitud y responsabilidad, así como realizar acciones concretas como las siguientes:

1. Promover la toma de conciencia sobre los problemas del ambiente.
2. Ofrecer conocimientos sobre cómo resolver los problemas.

Scanned with CamScanner

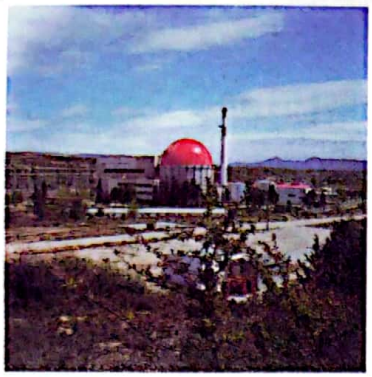


Fig. 4.45
Planta de energía nuclear en Laguna Verde, Veracruz.

3. Formar actitudes de responsabilidad que favorezcan la participación de los alumnos en la conservación y mejoramiento del ambiente.
4. Desarrollar habilidades necesarias para resolver problemas ambientales.
5. Promover una amplia participación social en acciones concretas para resolver los problemas ambientales de su entorno.
6. Valorar las ventajas de vivir en un ambiente sano y en equilibrio.

5.2 Alternativas para reducir el consumo de energía

Un ambiente limpio se logrará sólo con el uso de otro tipo de combustibles para los automóviles; por ello, no es casual que algunos países ya investiguen la forma de usar agua y energía solar como fuentes energéticas. En Inglaterra se han fabricado autos con estas energías alternativas y son tan eficaces como las que derivan del petróleo.

El Sol no es la única fuente energética futura, también se puede generar energía con el viento, el movimiento de las olas en el mar e incluso la lluvia. La tecnología y la ciencia han logrado usar el movimiento de los átomos para producir energía. Es comprensible que no debemos esperar que se agoten totalmente las fuentes energéticas actuales para introducir alguna nueva, sobre todo por los efectos contaminantes tan nocivos para todos los seres vivos.

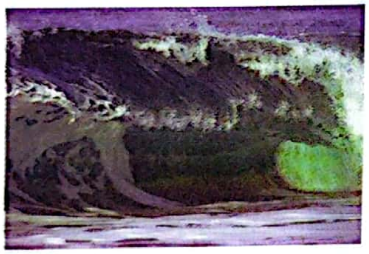


Fig. 4.46
Las olas marinas son fuente importante de energía.

Energía geotérmica. La energía geotérmica se obtiene de las capas internas de la Tierra. Existen zonas en las que los materiales radiactivos producen mucho calor y calientan el agua que se encuentra alrededor. El agua caliente, al aumentar la presión "busca" salidas naturales hacia donde expandirse y algunas de esas salidas son hacia la superficie terrestre. El agua caliente y vapor de los géiseres, aguas termales, se utiliza para producir electricidad, constituyéndose como una fuente de energía limpia. En México existen muchos lugares con este potencial, sin embargo es poco lo que se ha explotado este recurso natural. por lo que su producción es limitada. Los habitantes de Islandia, una isla cercana al círculo Ártico de origen volcánico, gozan de ambiente cálido producido por el agua caliente de la tierra y producen plantas comestibles en huertos familiares. Los finlandeses tienen posibilidades de extraer continuamente agua caliente de estratos profundos para mantener calefacción en la capital, Reykiavik, e incluso para uso en piscinas e invernaderos.

Energía atómica. Los átomos son pequeñas unidades de materia formadas por protones, neutrones (son los que forman el núcleo del átomo) y electrones (los que giran alrededor del núcleo). La energía nuclear se obtiene de isótopos de átomos como el uranio, polonio y radio con un proceso previo llamado enriquecimiento. Con el calor que producen se calienta agua hasta que produce vapor que mueve una turbina generadora de electricidad.

En un reactor nuclear (figura 4.45) los átomos del uranio se fisionan, es decir, se desintegran para producir grandes cantidades de energía calórica. Esta energía se logra mediante un refrigerante que forma vapor, el cual mueve turbinas y generadores que producen electricidad. La energía nuclear tiene un riesgo potencial: cualquier falla en el reactor nuclear puede liberar la radiactividad, lo que ocasionaría graves daños a las personas que se mantienen en contacto con estas zonas.

Energía hidráulica. La energía de las olas oceánicas puede aprovecharse para mover una turbina generadora de electricidad. Es ideal en sitios en donde existen grandes mareas pues se produce energía limpia. Este tipo de energía se produce por la atracción gravitacional del Sol y la Luna. Sólo Francia y la Comunidad de Estados Independientes cuentan con plantas que aprovechan la energía de las olas (figura 4.46). En las presas hidroeléctricas, el agua corre por la "cortina" de la presa, entra por unos conductos que la llevan hasta un generador de electricidad en el que se mueven unas turbinas para generar energía eléctrica.

Scanned with CamScanner

Energía eólica. Los vientos son masas de aire caliente en movimiento que se elevan en el ecuador y se dirigen hacia las regiones polares siguiendo un patrón regular. La energía que se puede obtener del movimiento del viento es variable, porque no siempre el viento es lo intenso que se requiere para producir energía. Sin embargo, los grandes huracanes y los torbellinos contienen tanta energía como la que se produce en las explosiones nucleares. Los barcos de vela y los molinos de viento son ejemplos de la utilización de la energía del viento. Para obtener energía eléctrica a partir del viento, se han ideado unos generadores con hélices que, al moverse, producen electricidad y la envían a grandes aparatos que sirven para almacenarla (figura 4.47).

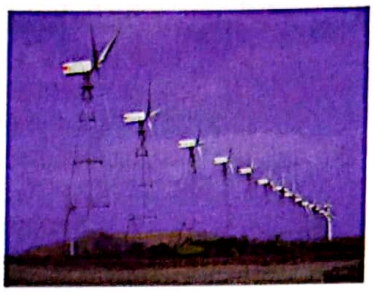


Fig. 4.47 Generadores de energía eléctrica que utilizan el viento.

Energía solar. Su producción se hace posible al transformar la luz solar en energía eléctrica por medio de placas hechas de silicio, arseniuro de galio u otro material semiconductor en estado cristalino. La energía almacenada en los generadores puede utilizarse en el alumbrado público, en el hogar y en pequeñas industrias. A pesar de las ventajas de la energía solar, no se ha promovido lo suficiente para reemplazar el uso de la energía eléctrica comercial que proviene de las hidroeléctricas por el de energía solar (figura 4.48).

Lo anterior obedece al hecho de que la eficacia de las placas que transforman la luz en electricidad todavía es muy baja, que el costo de las láminas es alto y, por lo tanto, la electricidad producida resulta más cara que la actual.

Fig. 4.48 Paneles solares.

Regeneración del suelo

Se define como suelo a toda la capa de tierra que se encuentra suelta, diferenciándola de la roca sólida, y de la cual dependen todos los seres vivos. El suelo está constituido por una gran variedad de compuestos químicos inorgánicos, los restos de materia orgánica. Diversos microorganismos del suelo ayudan a degradar la materia orgánica muerta a formas más sencillas, este proceso se conoce como biodegradación. De esta manera el suelo se regenera constantemente.

Muchas son las causas de la pérdida del suelo (deforestación, erosión, sobrepastoreo, la contaminación, etc). La pérdida del suelo en algunos sitios es irreversible, pues ha terminado con el afloramiento de la roca madre, de la cual se podría producir otra vez suelo, pero se calcula que una capa de un centímetro de profundidad de suelo se tardaría 200 años. Sin embargo, en algunas áreas es posible la regeneración mediante prácticas forestales y agrícolas planeadas, como el **franjeado y la rotación de cultivos** anuales, que consiste en sembrar franjas de cultivos alternados, por ejemplo, maíz y alfalfa. Si a éste se le agrega la combinación de cultivos con requerimientos de nutrientes distintos, se tiene la ventaja de evitar el agotamiento de los suelos, además de impedir la propagación de plagas y enfermedades de una franja a otra.

La **labranza de conservación** consiste en mantener en el suelo todo el tiempo una cubierta vegetal o una capa de residuos vegetales (o ambas), y reducir el arado (**labranza limitada**) o eliminarlo por completo. El **terraceo** consiste en cortar los terrenos con pendientes pronunciadas, a manera de "escalones" planos o terrazas, para favorecer la **infiltración** del agua y evitar su escurrimiento, eliminación de las partículas que conforman el suelo.

Los **surcos a nivel** se trabajan en tierras de pendiente ligera, sembradas en sectores de surcos transversales a la pendiente del terreno. De esta manera cada franja actúa como una pequeña barrera que ayuda a retener el suelo y disminuir la velocidad de los escurrimientos de agua.

La **agrosilvicultura** se basa en alternar cultivos de hierbas con franjas de arbustos o árboles para reducir la erosión y proporcionar sombra, la cual reduce la evaporación del agua. Con esta práctica se produce alimento para ganado, frutos comestibles y leña.

Scanned with CamScanner

En países muy áridos como Israel, a falta de suelo apto para la agricultura se llevan a cabo prácticas de cultivo alternativas, como la **hidroponía.** Los cultivos hidropónicos son muy productivos y ocupan poco espacio, pero lo más importante es que no se utiliza el suelo; consisten en hacer crecer las plantas en agua con ciertos químicos que se le añaden (nutrimentos necesarios para su crecimiento) como sales de sulfatos y nitratos, entre otros.

Hoy día se promueve la **agricultura orgánica,** en la cual se utilizan **fertilizantes de origen orgánico**, a diferencia de los fertilizantes químicos cuyo uso puede ser contaminante, más caro y difícil de manejar. La composta, uno de ellos, retiene el agua en el suelo por más tiempo y favorece la cohesión de las partículas que lo forman, evitando así la desecación y la erosión.

Reforestación

Reforestación es la práctica de plantación de flora nativa (árboles, arbustos y hierbas) en sitios deforestados. Con la reforestación se puede disminuir la erosión del suelo al funcionar las raíces de los árboles plantados como esponjas gigantes que retardan el escurrimiento, absorben y retienen el agua que recargan manantiales, corrientes y acuíferos. Por lo tanto, la reforestación regula el flujo del agua desde las tierras altas de montaña hasta áreas urbanas, y ayuda a la recuperación del suelo.

El éxito de la reforestación depende de que las plantas sean cuidadas, cuando menos hasta que se hallan consolidado en el hábitat, por lo que se requiere de la participación de todos los que habitamos alrededor de la zona reforestada. Muchas plántulas se pierden porque una vez sembradas, son abandonadas y no reciben los mínimos cuidados de riego.

La reforestación con especies nativas es una garantía para que se pueda recuperar una zona afectada. En México todavía existen numerosas **especies nativas** que producen gran cantidad de semillas, las cuales pueden germinarse en viveros y trasplantarse después en ambientes adecuados.

La reforestación de áreas verdes, parques y camellones, debe realizarse utilizando especies nativas del lugar, y es una actividad que puede realizar cualquier ciudadano, para ello debe atender el llamado de las autoridades que organizan las campañas de reforestación nacionales o estatales. Uno de los biomas más deteriorados y amenazado es la selva tropical, pero que las campañas de reforestación no son la mejor solución; lo mejor es evitar la deforestación, por medio de la concientización de las personas, de nuevas leyes, de información y apoyo técnico a quienes explotan los bosques.

Medidas anticontaminantes

Las medidas para frenar y mitigar la contaminación en todas sus formas deben de incluir reglamentos que los ciudadanos deben cumplir y la participación consciente de cada individuo en la recuperación de un ambiente sano. Las medidas para frenar la contaminación pueden ser:

- Control de la migración hacia las ciudades. El crecimiento de la población en las ciudades va acompañado de asentamientos urbanos irregulares, sin servicios y con pobreza. La migración de personas de la zona rural hacia las ciudades se debe principalmente a los problemas por los que atraviesa el campo, como la falta de productividad del suelo, la escasez del agua y el costo cada vez más elevado de las semillas.

  Por lo tanto es conveniente preservar las tecnologías tradicionales de cultivo que reciclan los desperdicios, son de pequeña escala, la cosecha es manual, no usan fertilizantes ni plaguicidas, y tienen rendimiento suficiente para la subsistencia familiar.

- Transporte público eficiente. El crecimiento de la ciudad va acompañado de calles y avenidas que dan cabida a un número cada vez más grande de automóviles. Los habitantes de las grandes ciudades prefieren usar automóvil particular para desplazarse a cualquier sitio, en cualquier momento del día. Sin embargo, la mayoría de los automovilistas via-

Scanned with CamScanner

jan solos y en ocasiones utilizan el auto para recorrer distancias cortas. El problema se resolvería si se contara con un sistema de transporte público eficiente. El transporte público debe cubrir rutas a todos los sitios de la ciudad, respetando horarios preestablecidos y contar con paraderos bien señalados. Además debe contar con un número suficiente de unidades en condiciones mecánicas aceptables que garanticen tanto la seguridad de los usuarios, como la mínima emisión de contaminantes.

- Promover el uso de la bicicleta. En ciudades pequeñas, la bicicleta es común porque las distancias por recorrer son cortas. En ciudades como México, resulta demasiado peligroso transportarse en bicicleta diariamente en medio del tráfico; sin embargo, en algunas colonias hay veredas para bicicletas en los camellones de grandes avenidas. La bicicleta es un medio para ejercitar las piernas; aprovecha los días soleados y transparentes de los meses de lluvia para hacer ejercicio recorriendo tu comunidad.
- Utilizar energía no contaminante. Cambiar a tecnologías más eficientes y limpias que minimicen el uso de energía y que no contaminen el aire, el agua o el suelo, es un tanto costoso, por ejemplo, los paneles solares son eficientes, pero también costosos. Aun cuando ya existen empresas que fabrican estos implementos tecnológicos, su producción es a baja escala y sus precios elevados.
- Mejor manejo de la energía. El mejor manejo que se puede hacer es reducir continuamente los niveles de desperdicio en el consumo de energía por medio de acciones prácticas como apagar los focos de cuartos vacíos del hogar, de la escuela, del trabajo. Revisar falsos contactos de luz; apagar los aparatos eléctricos: radios, televisores, computadoras, etc., que no estén en uso. Asimismo, usar menos combustibles como el gas doméstico y el de automóviles, así como revisar fugas.
- Disminuir el consumo de productos generadores de basura. Cambiar patrones de consumo y de estilos de vida, como evitar la compra de alimentos enlatados, en frascos, envueltos en cajas de unicel, cartón o plástico. La mejor alternativa es adquirir alimentos a granel (envasados en recipientes reusados), son más frescos y no contienen conservadores químicos.
- Motivar al desuso de aerosoles y sustancias que destruyen la capa de ozono. A pesar de que se han tomado acuerdos internacionales sobre los productos con presentación en latas y aspersor, muchas industrias siguen produciéndolos. Evitemos comprar estos productos y en particular los clorofluorocarbonos.
- Sustituir el empleo de insecticidas por el control biológico. En algunas zonas rurales se continúa empleando insecticidas para controlar organismos patógenos. En Chiapas, por ejemplo, el problema del paludismo es muy grave y la forma de control es fumigando con DDT. Éste es un insecticida que puede inducir el cáncer, pero en este caso se salvan muchas vidas con su uso ya que muchos niños son picados por el mosquito Anófeles (trasmisor del *Plasmodium vivax*). Actualmente se promueve el uso de mallas para las ventanas y pabellones en los dormitorios para evitar las picaduras del mosquito.
- Conservar y cuidar las áreas verdes. Es importante promover las campañas de forestación, haciendo plantaciones de árboles y arbustos adaptados a las condiciones del lugar. El concepto de área verde no debe incluir amplias zonas de pastos, ya que éstos requieren de gran cantidad de agua. Lo más conveniente es adornar jardines con plantas nativas pues las de ornato requieren de muchos cuidados, generalmente compiten con mucha ventaja sobre las especies nativas y las desplazan alterando significativamente las condiciones del medio. En otros casos, las plantas de ornato o las no nativas con las que se foresta o reforesta una zona determinada no son aptas para vivir ahí y mueren, quedando la región sin plantas.

Scanned with CamScanner

ACTIVIDADES

De la conciencia a la acción

1. Organícense en dos grandes equipos. Un equipo investigará acerca de algún método o práctica agrícola tradicional, por ejemplo, el de algún grupo indígena de su región, que no tiene acceso a maquinaria y, además, no aplica ningún tipo de plaguicida. El otro equipo investigará en qué consisten las prácticas de los cultivos con maquinaria y todos los adelantos tecnológicos disponibles para la agricultura actual.
2. De ser posible, con la supervisión de su profesor, organicen una visita a zonas agrícolas cercanas a su comunidad, previa elaboración de cuestionarios y una breve investigación acerca del tema que les haya tocado, de modo que puedan entrevistar a los campesinos y obtener información valiosa para su trabajo. Es importante que cada equipo se organice y se distribuya las tareas. Se recomienda que alguien del equipo lleve cámara fotográfica para hacer algunas tomas e ilustrar su trabajo. En caso de que esto no sea posible, investiguen en revistas especializadas, enciclopedias e Internet.
3. Posteriormente, realicen un debate, con la organización acostumbrada, acerca de cuáles son las mejores técnicas de cultivo, tomando en cuenta las ventajas y desventajas que presentan cada una. Al final el secretario elaborará una conclusión general.
4. Elaboren sus conclusiones e inclúyanlas en su informe de investigación.

Se espera que con los conocimientos adquiridos tengas la capacidad para valorar los productos agrícolas y conozcas los efectos que en ellos pueden producir los plaguicidas y fertilizantes. Recuerda que, finalmente, tu salud será la beneficiada o perjudicada por tus preferencias de consumo. Ahora, queremos que valores la naturaleza mediante la observación de sus elementos. Si conservamos las áreas verdes, también lo hacemos con los organismos que viven en ellas.

Observación y registro de aves

¿Te gustaría observar y registrar las aves que visitan un jardín público? Disfruta realizando la siguiente actividad, sólo necesitas colocar varios comederos con diferentes tipos de semillas y otros con agua. También necesitas un cuaderno de notas y mucha paciencia, ya que la mayoría las aves inician su actividad desde las 6 de la mañana y regresan a sus nidos entre las 6 y 7 de la noche.

1. Organízate en equipos de tres compañeros.
2. Elaboren un plan de trabajo en el que tomen en cuenta los sitios y tiempos de observación, así como las características de las aves.
3. Cada alumno elaborará un cuadro de datos de las especies identificadas con su nombre común (si es posible el científico, mejor), y anotará los caracteres de color, tamaño aproximado, hábitos y hábitat específicos.
4. Cada alumno escuchará los sonidos y cantos.
5. Elaboren un pequeño informe de todas las observaciones con el fin de reproducirlo y distribuirlo entre los integrantes del grupo.
6. Presenten su trabajo ante el grupo y discutan los resultados con ayuda de su profesor.

Cuestionario:

a) ¿Cuáles son las conductas más frecuentes de las aves observadas?

b) ¿Cuál es el hábitat más frecuente, es decir, qué tipo de árbol o arbusto alberga a más pájaros?

Scanned with CamScanner

c) ¿Lograste observar nidos?, ¿son todos iguales?

d) ¿Qué sucedería si se eliminara la vegetación donde ellas llevan a cabo sus actividades diarias?

e) ¿Qué propones para conservar la diversidad de aves en este sitio?

f) Reflexiona sobre qué actividades humanas afectan directamente a las aves.

Reforestación en la comunidad escolar

Actividad grupal

La plantación de árboles en la ciudad es responsabilidad gubernamental, pero requiere del apoyo de la ciudadanía para mantenerlos y cuidarlos.

Forma varios equipos de cinco compañeros y organicen una campaña de reforestación en tu escuela y en tu comunidad.

1. Seleccionen los sitios donde se sembrarán los arbolitos y los arbustos.
2. Cada equipo puede conseguir un arbolito y arbusto que sea nativo del lugar o que ya tenga conocimiento de que se puede adaptar bien al lugar. Cada equipo puede sembrar un árbol y responsabilizarse de su cuidado durante su estancia en la escuela.
3. Todos los miembros de los equipos cuidarán y observarán los cambios en el desarrollo del árbol. Después, casi al finalizar el curso, redactarán un informe de los progresos del arbolito.
4. Al finalizar su estancia en la escuela valorarán la importancia de cuidar los árboles al medir la altura del mismo. Se sugiere que tomen una fotografía del árbol por año al finalizar sus cursos.
5. Los árboles crecidos serán una muestra de apoyo a la conservación de la naturaleza que la comunidad escolar puede lograr.

Es importante que elaboren publicidad "ambientalista" durante su campaña. Para ello, distribúyanse las siguientes tareas por equipos.

Un equipo elaborará una serie ordenada de láminas de cartulina (rotafolio) con información sobre las causas de la deforestación.

Otro equipo elaborará un mural de los efectos de la deforestación.

Un equipo más diseñará carteles con frases e imágenes que promuevan la conservación de las plantas.

Durante el tiempo que dure la campaña se podrá observar si se desarrolló un sentido de responsabilidad en cada uno de ustedes en el mantenimiento y cuidado de las plantas.

Actividad grupal para el reuso de desechos sólidos

Fomenta tu imaginación y elabora objetos útiles para el hogar o la escuela, empleando desechos sólidos como vidrio, cartón, papel, tela, madera, metal y plástico.

1. Investiguen qué manualidad pueden hacer con materiales reciclados y consíganlos.
2. El objeto que elaboren debe reunir las siguientes características: utilidad, belleza, creatividad, valor estimativo, no comercial. No se aceptarán trabajos que después se tiren de nuevo a la basura, sino que sean prácticos y puedan conservarse como adorno o para su uso cotidiano.
3. Cada uno de ustedes expondrá la utilidad de su manualidad y qué material desechable utilizó en su elaboración. Compartan su opinión con otros compañeros.

Actividad para reducir el consumo y contaminación del agua

Seguramente, a través de la realización de estas actividades adquirirás o desarrollarás conciencia sobre la necesidad de colaborar para que el uso del agua sea más eficiente y racional, y evitar su desperdicio o contaminación.

Scanned with CamScanner

1. Comienza realizando una investigación sobre la cantidad diaria que consume tu familia en la casa durante un día.

2. Elabora un cuadro en el que puedas organizar la siguiente información: los usos del agua en el hogar, por ejemplo, en la cocina (consumo, alimentos y lavado de trastos), en el baño (inodoro y regadera), en el lavado (ropa, lavabos, pisos, patio, auto, etc.) y en el jardín (riego).

Material:

- Un reloj.
- Una botella vacía de 1 litro.
- Un balde o cubeta.

3. Después mide el volumen de agua de un balde o cubeta para utilizarlo como un instrumento de medición; haz marcas en la cubeta para 2, 4, 6, 8, 10 litros o más, según la capacidad.

   Nota importante: debes calcular la cantidad de agua que se gasta en tu casa durante un día. Para ello tendrás que ingeniártelas dependiendo de si tienes tubería de agua potable, si la acarreas con cubeta, si te surten con pipa, si la sacas del pozo o del río, etc., lo importante es que tengas una idea de la cantidad de agua que utilizas.

4. Mide el agua de la caja del baño, extráela el agua con botellas de un litro. Anota los litros consumidos por todas las veces que la familia utiliza el inodoro.

   ¿Cómo calcularías la cantidad de agua que utilizas para bañarte?

   ¿Cómo calcularías la cantidad de agua para el lavado de la ropa?

5. Una vez calculada la cantidad de agua consumida (suma de los volúmenes consumidos), divide ese dato por el número de personas que viven en tu hogar. Este dato corresponde a los litros diarios que probablemente consuma tu familia.

   ¿Es elevado el consumo con respecto a los datos reunidos con otros compañeros?

   ¿Qué acciones harías para disminuir el consumo?.

   Es importante que des a conocer o difundas en tu comunidad las diferentes formas como se puede ahorrar agua o evitar desperdiciarla en la satisfacción de todas tus necesidades.

Actividad de reflexión: Diez acciones prácticas para reducir el consumo y la contaminación del agua

Para ayudarte a reflexionar en tus resultados, realiza la siguiente actividad:

1. Elabora 10 propuestas para reducir la contaminación y el desperdicio del agua, ya sea en el hogar o en las industrias. Las propuestas deben tener las siguientes características:
   - Ser viables, es decir, que realmente se puedan lograr.
   - Indicar cómo llevar a cabo las acciones.
   - Definir qué tipo de materiales se requieren para lograrlas sin demasiados costos.
   - Difundir las propuestas entre los integrantes de la familia, vecinos y gente cercana en la comunidad.
   - Presentar las propuestas e intercambiar ideas con los compañeros del grupo.
2. Presenta las propuestas ante el grupo y discútelas con ayuda de tu profesor.

Scanned with CamScanner

ACTIVIDADES DE CONSOLIDACIÓN

1. ¿Qué es ecología?
2. Menciona tres actividades que lleve a cabo un ecólogo.
3. ¿Cuáles son los niveles de organización de la materia que estudia la ecología?
4. ¿Cómo se define a una población?
5. ¿Qué es una especie?
6. ¿Cuáles son las características principales de la población?
7. Da tres ejemplos de factores abióticos y la forma en que éstos se relacionan con los seres vivos.
8. Explica tres razones por las cuales es importante el agua en la naturaleza.
9. ¿Por qué los ciclos biogeoquímicos reciben este nombre?
10. ¿Qué tienen en común los ciclos del carbono, agua y nitrógeno?
11. Explica con un ejemplo la relación mutualista.
12. ¿Qué tienen en común las relaciones de parasitismo, competencia y depredación?
13. Define qué es el ecosistema.
14. Explica en qué consiste el proceso de sucesión ecológica.
15. ¿Qué diferencia hay entre cadena y trama alimentaria?
16. ¿Qué actividades llevan a cabo los descomponedores dentro de un ecosistema?
17. ¿Qué es una pirámide alimentaria?
18. Menciona los diferentes tipos de ecosistemas terrestres que existen en México.
19. Escoge un ecosistema mexicano que más te interese y menciona el tipo de plantas y animales que lo forman.
20. ¿Qué entiendes por deforestación?
21. ¿Por qué el fuego puede ser importante en los ecosistemas?
22. ¿Qué problemas ha causado el sobrepastoreo?
23. ¿Cómo se define un contaminante?
24. ¿Qué es la lluvia ácida?
25. Explica cómo la contaminación ambiental ha provocado cambio climático en el planeta.
26. ¿En qué consiste el efecto de invernadero?
27. ¿Cuáles son las principales causas de la destrucción de la capa de ozono?
28. Menciona tres enfermedades ocasionadas por la contaminación del aire.
29. Menciona algunas alternativas para disminuir el consumo de agua.
30. ¿Qué acciones llevarías a cabo en tu escuela y hogar para reducir el consumo de energía?
31. ¿Qué acciones realizarías para disminuir la generación de basura sólida en tu hogar?

Scanned with CamScanner

Glosario

Áfidos. Grupo al que pertenecen todos los insectos miembros de los denominados "pulgones".

Agua destilada. Agua que ha pasado por el proceso de evaporación y condensación con el fin de eliminar sus impurezas.

Ambiente. Todas las condiciones y factores físicos y químicos externos, orgánicos e inorgánicos, que rodean a un organismo, esto incluye a los demás organismos de su misma clase y a los de otras clases que interactúan en un espacio y tiempo determinados.

Arcilla. Componente del suelo formado por minerales denominados aluminosilicatos formados por el desgaste de rocas como el granito. Permite un gran almacenamiento de agua por adherencia, dando plasticidad a la arcilla y provocando la hinchazón de algunas variedades.

Asclepia. Representante de la familia de Asclepiadáceas. Tiene cerca de 120 especies, muchas de ellas de distribución amplia, en especial en las regiones tropicales y subtropicales.

ATP. Molécula orgánica que permite almacenar energía para usarse en las funciones de los seres vivos.

Bosque mixto. Zona con un promedio de precipitación anual de 920 mm, invierno con lluvias frecuentes en forma de nieve y vegetales como el ciprés y roble. Entre la fauna destaca el zorro, el aguilucho, la torcaza y el pavo correntino.

Cactáceas. Nombre común de una familia de plantas que contiene un grupo de aspecto peculiar, espinosas, nativas de América e introducidas en otros continentes (como Australia, África oriental y la región mediterránea). En su mayor parte adaptadas a climas áridos.

Cadena alimentaria. Representación de las relaciones de alimentación que tienen las poblaciones de una comunidad entre sí.

Atmósfera. Envoltura de gases que cubre y protege a la Tierra de las radiaciones solares y objetos cósmicos y que hace posible el mantenimiento de la vida debido al papel que desempeña dentro de los ciclos biogeoquímicos (del carbono, nitrógeno, agua, fósforo) del planeta.

Cefalópodos. Grupo de invertebrados marinos pertenecientes a los moluscos, con tentáculos como los pulpos y el calamar.

Célula. La unidad de vida más pequeña, formada, por lo menos, de una membrana exterior que rodea a un medio acuoso que contiene moléculas orgánicas, incluido el material genético compuesto de ADN.

Ciclo de vida. Secuencia de procesos por los que pasa u individuo de una especie desde que nace hasta que muere.

Clímax. Momento o situación de esplendor o desarrollo óptimo de un individuo, especie, población o ecosistema.

Combustibles fósiles. Materia orgánica que se ha acumulado por largos periodos (escala geológica) en el subsuelo de la Tierra, con una capacidad elevada de producir calor al ser oxidada. Por ejemplo carbón, gas natural y petróleo.

Comensalismo. Relación en el que un individuo vive a expensa de otro sin dañarlo.

Competencia. Relación inter o intraespecífica en la que dos individuos compiten por el mismo espacio, alimento o pareja.

Comportamiento térmico. Es la forma como varía o se mantiene estable la temperatura de una sustancia, objeto, cuerpo, ecosistema, etc.

Composta. Desechos orgánicos que han sido procesados y que se utilizan como abono.

Compuestos orgánicos. Se denominan a todos los compuestos formados por carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y fósforo.

Contaminación atmosférica. Es la presencia de sustancias o formas de energía en la atmósfera que superan las cantidades normales o que no deberían de estar ahí.

Convertidores catalíticos. Artilugio que se adapta al escape de los automotores con el fin de eliminar algunas de las sustancias que provocan la contaminación atmosférica.

Copular. Acto mediante el cual el macho deposita su esperma dentro del aparato reproductor de la hembra.

Cuenca endorreica. Aquella que se forma de lagos que quedaron aislados que al desecarse dejaron grandes depósitos de sales.

Cutícula. Cubierta cérea no celular sobre la epidermis de la parte superior de las hojas e impide la desecación de las mismas.

Deforestación. Acción de eliminar o retirar los árboles de un área forestal o boscosa.

Densidad de la población. Es la proporción existente entre la unidad de superficie de un territorio con el número de habitantes.

Depredación. Acto en el que un individuo de una especie da muerte a otro de una especie diferente con el fin de alimentarse.

Desechos orgánicos. Sustancias provenientes de los seres vivos, o partes de ellos, que han dejado de cumplir con sus funciones o que han sido eliminados por uno de ellos.

Edafológicas. Relacionadas con la constitución del suelo.

Efecto invernadero. Fenómeno mediante el cual el calor que la superficie del planeta refleja hacia el espacio es retenido por moléculas de CO_2, hidrocarburos, agua y otros más, incrementando la temperatura media.

Scanned with CamScanner

Glosario

Especie nativa. Son las poblaciones que se han adaptado en un lugar mediante un proceso prolongado y que se consideran propias del lugar.

Estomas. Estructuras del envés de las hoja, conformadas por dos células que regulan el tamaño de una abertura por donde entran y salen gases a las plantas, permitiendo la entrada de CO_2 al interior de la planta y la salida de O_2 hacia la atmósfera.

Fertilizantes de origen orgánico. Son aquellos producidos por los organismos o partes de ellos, y que ayudan al desarrollo de cierto tipo de vegetales.

Flujo de energía. Camino que sigue la energía a través de los diferentes tipos de organismos desde que es captada por los vegetales hasta que se diluye en la atmósfera terrestre.

Fragilidad de la población. Es la susceptibilidad de un grupo de individuos de la misma especie hacia la acción de ciertos factores que inciden sobre ellos.

Deforestación. Acción de talar y retirar árboles de un área forestal o boscosa, sin hacer después una replantación adecuada.

Espectro electromagnético. Es la radiación procedente del Sol que al pasar por la atmósfera terrestre, se descompone en bandas de diferente longitud de onda, las cuales, en su conjunto, reciben el nombre de espectro electromagnético. El espectro abarca los rayos gamma, rayos X, rayos ultravioleta, luz visible, rayos infrarrojos, microondas y las ondas de radio.

Estomas. Aberturas ajustables de la epidermis de las hojas, rodeadas por un par de células guardianas, que regulan la difusión del dióxido de carbono y agua hacia dentro y fuera de la hoja.

Glucosa. Es el monosacárido más común, con una fórmula molecular $C_6 H_{12} O_6$. Al unirse a otros monosacáridos forma polisacáridos como el almidón y la celulosa.

Grados Celsius. La escala centígrada o Celsius, creada por el sueco Anders Celsius asigna un valor de 0 °C al punto de congelación del agua y de 100 °C a su punto de fusión.

Grados Fahrenheit. Escala para medir la temperatura creada por Daniel Fahrenheit. Según ésta, a la presión atmosférica del nivel del mar, el punto de solidificación del agua es de 32 F, y su punto de ebullición es de 212 F.

Gramíneas. Nombre de una familia de plantas con flor, la más importante del mundo desde los puntos de vista económico y ecológico. La familia contiene unos 635 géneros y 9 000 especies,

Hidrosfera. Conjunto de todos los cuerpos de agua que existen en el planeta Tierra.

Infiltración. Filtración de una porción del agua de lluvia o nieve hacia el suelo.

Larva. Fase del desarrollo de numerosos animales (batracios, insectos, crustáceos), que se diferencia del estado adulto por su forma y modo de vida.

Manto o nivel freático. Es el nivel superior del agua subterránea. Es importante como reservorio de agua potable.

Mutualismo o Simbiosis (del griego, ***symbioun***, 'vivir juntos'), en biología, la interdependencia de dos organismos de especies diferentes. Se denomina mutualismo al tipo de simbiosis en la cual los organismos obtienen un beneficio mutuo.

Nivel trófico. La posición de un organismo en la cadena alimenticia, definida por su fuente de energía. Incluye a los productores, los consumidores primarios, consumidores secundarios, etcétera.

Niveles tróficos. Posición que ocupa un organismo en una cadena trófica, en relación con los productores de la comunidad.

Nutrimento. Cualquier elemento químico que necesita un organismo para vivir, crecer y reproducirse.

Oligoelementos. Elementos que se presentan en cantidades muy pequeñas dentro de un objeto u organismo.

Parasitismo. Relación de la vida entre dos individuos de diferente especie, en el que uno se beneficia y otro se perjudica.

Partes por millón (ppm). Concentración de una sustancia entre un millón de otra 1/1 000 000.

pH. Término que indica la concentración de iones hidrógeno en una disolución. Se trata de una medida de la acidez de la disolución.

Polinización. En plantas con semillas, transferencia del polen de la parte masculina de la planta a la parte femenina de otra o de la misma si es hermafrodita.

Producción bruta. Es la cantidad de materia que es generada por individuos, población, especie o comunidad.

Producción de la comunidad. Es la cantidad de materia generada por todos los integrantes de una comunidad en un ecosistema determinado.

Pupa. Etapa de desarrollo de los insectos durante el cual no se alimentan, se encuentran inmóviles y presentan grandes transformaciones. Esta etapa la pasa (generalmente) el insecto dentro de un capullo.

Radiación solar. Son emisiones ondulatorias y térmicas del Sol a través del espacio hacia los demás planetas o al espacio.

Radiaciones ionizantes. Son aquellas que emiten partículas especialmente dañinas a los seres vivos, por ejemplo: rayos alfa, beta, gamma y rayos X.

Reacciones de síntesis. Reacciones químicas que forman moléculas grandes a partir de unidades más pequeñas con la participación de catalizadores orgánicos. Las reacciones de síntesis liberan una molécula de agua, por lo que se les denomina reacciones de síntesis por deshidratación.

Relaciones interespecíficas. Formadas por la interacción entre individuos de especies diferentes. La mayoría de las veces con fines alimenticios.

Scanned with CamScanner

Glosario

Residuos sólidos. Son sustancias sólidas que no son consumidas o utilizadas y que quedan después de aprovechar un satisfactor determinado

Sustancias tóxicas. Son los gases, líquidos o sólidos que afectan la salud de los seres vivos al ser ingeridos o entrar en contacto con ellos.

Sustrato. En ecología, superficie sobre la que se asienta o fija otro individuo. En biología se refiere a la superficie en la que actúa una enzima durante una reacción.

Taiga. Región de frío intenso ubicada en la parte continental del norte del planeta. Presenta extensos bosques de coníferas, abedules y arces.

Transpiración. Proceso biológico por medio del cual los individuos pierden agua y sales minerales a través de poros de su piel.

Zona arbórea. Espacio en el que se desarrolla cualquier especie de vegetales denominados árboles.

Scanned with CamScanner

BIOLOGÍA 1

UNIDAD 5

GENÉTICA: LA CIENCIA DE LA HERENCIA

¿Alguna vez te has preguntado por qué te pareces a tus padres o a algún otro pariente?, ¿por qué algunas personas tienen las mismas enfermedades que sus padres o abuelos? o ¿en qué consiste la clonación de la que tanto se comenta? La respuesta a estas y otras preguntas las encontrarás en esta unidad donde precisamente se aborda una de las más importantes aportaciones de la biología: las leyes de la herencia y la manipulación **genética**.

Como seguramente te habrás enterado por los medios de comunicación, una de las áreas de la biología que ha mostrado grandes avances en las últimas décadas es la genética. Si bien su historia es relativamente reciente, los naturalistas y científicos en su momento han contribuido para generar importantes conocimientos que nos permiten entender las enfermedades genéticas; y abre las posibilidades para investigación y acciones en campos controvertidos como los transgénicos, la clonación, y otros más.

Te darás cuenta que detrás de estos grandes descubrimientos hubo un largo camino de investigación, como las ideas sobre la herencia de Gregor Johann Mendel relacionadas con la transmisión hereditaria de caracteres individuales y las leyes que estableció al respecto. Asimismo, te enterarás cómo se logró saber de qué manera nos reproducimos los seres vivos, y los elementos que participan en este fascinante hecho: los **gametos**, los **cromosomas** y los genes, el estudio de la herencia y de sus nuevas vertientes.

Un tema de gran relevancia y que puede considerarse la pauta que dio lugar a los grandes descubrimientos genéticos de los que hoy somos testigos, es precisamente el que estudiarás en esta unidad: el ADN y su participación en la transferencia de información genética. Asimismo, y como tema derivado del anterior, te expondremos cuáles son algunas de las enfermedades hereditarias y alteraciones congénitas más comunes en el ser humano.

A modo de conclusión te ofrecemos información de gran actualidad relacionada con el proyecto Genoma humano y sus aplicaciones futuras, en qué consiste la biotecnología, su historia, avances y técnicas, así co-

Scanned with CamScanner

mo la ingeniería genética en la que se incluyen aspectos interesantes de la manipulación de los genes y su aplicación, temas todos que te explicaremos de forma sencilla para que los comprendas mejor.

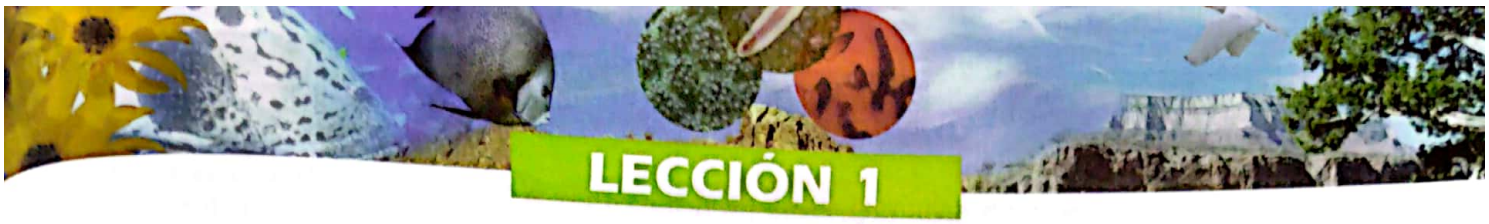
PREGUNTAS INTRODUCTORIAS

1. ¿Cómo se transmiten las características hereditarias de los padres a los hijos?
2. ¿Por qué los hijos o las hijas no son iguales al padre o a la madre?
3. ¿Qué progenitor determina el sexo de los hijos en los humanos?
4. ¿Cuál es tu tipo sanguíneo, sabes cómo lo heredaste?
5. ¿Qué enfermedades hereditarias conoces?
6. ¿Por qué no se pueden cruzar y tener hijos fértiles las especies diferentes, como un perro y una gata?
7. ¿Sabes en qué consiste la ingeniería genética?

CONCEPTOS CLAVE

- Las leyes de Mendel establecen cómo se transmiten las características genéticas de generación en generación.
- La dominancia incompleta se da cuando los dos **alelos** se expresan mezclados entre los individuos de la primera generación.
- La herencia ligada al sexo consiste en que algunos caracteres genéticos se encuentran en los cromosomas sexuales.
- Los gametos son células sexuales **haploides** que transmiten la información genética a la descendencia.
- La fecundación es la unión del núcleo de los gametos que forman el huevo y restituyen el número **diploide** de cromosomas característico de la especie.
- Los cromosomas son estructuras que contienen el material genético.
- Los genes son fragmentos de ADN que contienen las instrucciones para realizar la síntesis de las proteínas
- El ADN está conformado por muchas moléculas, en cada una de las cuales existe una base nitrogenada, un fosfato y una desoxirribosa.
- Los síndromes son anormalidades congénitas debido a la unión de células sexuales, con una distribución anormal del número de cromosomas.
- ADN recombinante es la molécula que se forma al unir fragmentos de ADN de distintos organismos.
- Plantas y animales transgénicos son los individuos con genes de otros organismos.
- Terapia génica consiste en la modificación de la información genética para restituir las deficiencias genéticas causantes de una enfermedad.
- Clonación consiste en la formación de un individuo a partir de una célula somática o sexual que no ha sido fecundada, por lo que aquél presenta las características del progenitor.
- Fecundación *in vitro* es la que se logra en el laboratorio para después implantar el huevo fecundado en la madre.

Scanned with CamScanner



LECCIÓN 1

1. Las ideas sobre la herencia antes de Mendel

Nuestros ancestros eran conscientes de que tenían la capacidad de procrear nuevos individuos; sin embargo, se tenían dudas acerca de cómo ocurría ese proceso y la manera como se transmitían los rasgos o los caracteres de una generación a otra.

Desde hace 4 000 años a.n.e., los babilonios grabaron en piedra cabezas de caballos que muestran las diferentes características de los miembros de varias generaciones. Tiempo después, el filósofo griego Aristóteles pensaba que el **semen** del macho daba forma a la materia indefinida de la hembra y así se formaba la descendencia.

En el siglo XVIII, Charles Bonnet, notable biólogo suizo apoyó la teoría de la preformación, la cual surgió al observar espermatozoides a través del microscopio. En tales observaciones, algunos investigadores creyeron ver dentro de los espermatozoides a un hombre en miniatura, un "homúnculo" semejante al padre que, según su creencia, después sólo aumentaba de tamaño. Sin embargo, como ello no explicaba el hecho de que algunos hijos se parecieran a la madre, pensaban que la herencia de la madre se absorbía en el crecimiento dentro de ella, por la alimentación recibida (figura 5.1).

Fig. 5.1 Modelo del homúnculo espermático publicado por Hartoecker en 1694.

En 1868 Charles Darwin propuso la teoría de la pangénesis, según la cual todas las partes del cuerpo expulsan continuamente diminutas partículas o "gémulas", que se transportan por la sangre y se unen formando las células reproductoras. De este modo, según Darwin, las características adquiridas durante la vida de un organismo quedaban registradas fielmente en las **células germinales** y se transmitían a la siguiente generación. No obstante, tiempo después este naturalista se retractó de esta propuesta inicial y postuló que la evolución se debía a la variación de las especies y a la selección natural.

A finales del siglo XIX, August Weismann (1834-1914), biólogo alemán, refutó la teoría de Lamarck, acerca de que los caracteres adquiridos se heredan, por medio del siguiente experimento: cortó las colas de ratones recién nacidos durante 22 generaciones sucesivas y comprobó que todos los ratones nacían con cola (figura 5.2).

Fig. 5.2 El científico August Weismann experimentó con ratones para refutar que los caracteres adquiridos se heredan.

Weismann creó la hipótesis del germen plasmático de la herencia, concepto según el cual una sustancia especial constituye la única continuidad orgánica entre una generación y la siguiente, a través de una sustancia denominada germoplasma, siendo este último el que se mantiene de generación en generación durante la reproducción. El concepto de Weismann implica en cierto sentido la inmortalidad de la línea germinal.

En la teoría de la herencia mezclada se proponía que los factores determinantes de la herencia se encontraban en la sangre y que el descendiente era el resultado de la mezcla de los dos linajes: el paterno y el materno, y que los caracteres estaban contenidos en líquidos que se podían mezclar, que se diluían generación tras generación.

Según esta teoría un descendiente heredaría la mitad de características de cada uno de los padres, en la siguiente generación se recibiría sólo una cuarta parte de la dotación inicial y así sucesivamente hasta que los rasgos originales se reducían y se perdían definitivamente.

Scanned with CamScanner

1.1 Los primeros procesos de domesticación

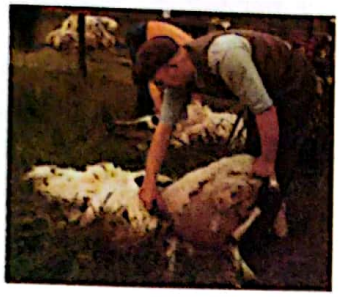


Fig. 5.3 Animales domesticados con características útiles seleccionadas.

La selección artificial de los organismos domésticos es el proceso por medio del cual el hombre identifica y elige los caracteres que considera útiles de acuerdo con sus necesidades, de modo que al acumular estas variaciones durante varias generaciones, pueden producirse diferencias apreciables en los organismos. Ejemplos al respecto son las vacas lecheras que producen más leche, los pavos contienen más carne, los caballos de carreras, los borregos con mucha lana (figura 5.3); razas de perros con características específicas para realizar diferentes actividades, diversas especies de árboles y plantas alimentarias, etc.

Pierre Louis Moreau de Maupertuis (1698–1759) tenía la idea de que las razas nuevas de animales domésticos resultan de variaciones espontáneas. Este investigador supuso que gracias a la repetición de tales desviaciones se habría producido la diversidad infinita de animales y plantas que existen. Incluso se llegó a preguntar si esas variaciones fortuitas podrían explicar cómo de la descendencia de una pareja habían podido derivarse la multiplicación de especies muy diferentes.

También Charles Darwin tuvo sus propias ideas al respecto. Él explicaba que el origen de la gran diversidad de razas en las especies domésticas de perros, palomas, gallinas, caballos, etc., se debía a variaciones bruscas hereditarias, a las que llamó *sports*.

1.2 La hibridación

La genética es una rama de la biología que consiste en estudiar la transmisión de ciertas características de padres a hijos. Karl von Linné fue uno de los primeros botánicos en poner en práctica la cruza de dos individuos, en este caso vegetales, para analizar cuáles eran las características que manifestaban los descendientes.

Durante mucho tiempo se creyó que los híbridos, individuos cuyos padres diferían en un alelo de un carácter, tendían a exhibir una mezcla de los rasgos de ambos progenitores, es decir, si dos razas con rasgos diferentes coexisten y se reproducen entre sí, más tarde la totalidad de la población será híbrida en ese carácter. Por ejemplo, si en una comunidad conviven el mismo número de personas blancas y negras, se calculaba que después de tres siglos ya no existirían ni la centésima parte de blancos ya que la mayoría serán mulatos con rasgos de ambas razas. Sin embargo, si esto sucediera las variaciones que se presentan en las especies se extinguirían enseguida por una progresiva disminución o ampliación de las características hereditarias.

Hibridación celular

En 1960 un grupo de biólogos de París descubrió que cuando una mezcla de células de ratón se cultivaban, al cabo de cierto periodo aparecía un nuevo tipo de célula, resultado de la fusión de los núcleos de ambas.

Este hallazgo condujo a muchos experimentos de hibridación, como la fusión de células de rata y de ratón, y de ratón y hamster. Tiempo más tarde se descubrió que era posible obtener híbridos de células de humano y de ratón, la célula resultante se divide varias veces y en cada división rechaza algunos de los cromosomas humanos, quedando sólo células con algunos de estos cromosomas.

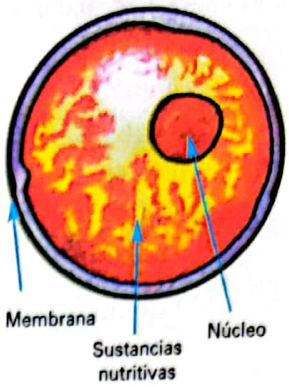
1.3 El descubrimiento de los gametos: espermatozoides y óvulos

Durante mucho tiempo las nociones aristotélicas y escolásticas acerca de cómo se reproducen los organismos fueron válidas. Estas nociones sostenían que el semen del macho daba forma a la materia indefinida de la hembra. En 1672, Reginer de Graaf (1641-1673),

Scanned with CamScanner

médico y anatomista holandés, descubrió los folículos ováricos, confundiéndolos con los óvulos.

Cuatro años más tarde, en 1676, Leeuwenhoeck observó con el microscopio por primera vez los espermatozoides en el semen humano (figura 5.4).



Ovogénesis y espermatogénesis

La **gametogénesis** es el proceso biológico mediante el cual se desarrollan las células sexuales masculinas y femeninas o **gametos**. El proceso de **ovogénesis** se lleva a cabo en los ovarios y forma los óvulos; la **espermatogénesis** se realiza en los testículos y forma los espermatozoides. Tanto los óvulos como los espermatozoides se originan de células germinales denominadas ovogonias y espermatogonias, respectivamente.

Las células germinales presentan división meiótica, que consiste en un par de divisiones celulares durante las cuales el número de cromosomas disminuye a la mitad en cada una de las células hijas (gametos). En el caso del humano el número diploide de cromosomas es 46 (2n), las células sexuales o gametas resultan con 23 cromosomas (1n) haploides, cuando éstas se unen en la fecundación se reconstituye el número completo de cromosomas de la especie (figura 5.5).

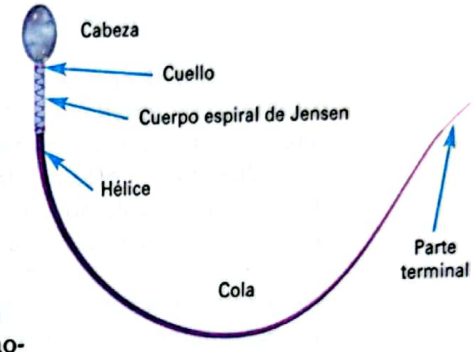


Fig. 5.4
Estructura del óvulo y espermatozoide.

Todos los individuos pluricelulares tienen dos tipos de células básicos, las células sexuales y las células somáticas. Las primeras son las que realizan la reproducción del organismo, las segundas forman todas las estructuras del individuo. Desde el punto de vista genético, las sexuales tienen un juego de cromosomas (haploides), mientras que las somáticas tienen dos juegos de cromosomas (diploides).

La razón es que, al reproducirse una célula somática duplica sus cromosomas, que se distribuyen entre dos nuevos individuos (diploides). Cuando se unen dos células sexuales (haploides), para formar un nuevo individuo, se suman sus cromosomas para formar un huevo (diploide) que se multiplicará muchas veces produciendo siempre células diploides hasta que se forma un nuevo individuo cuyas células serán diploides.

Como se observa en la tabla de la página siguiente, el número de cromosomas haploides es exactamente la mitad del diploide, aunque en algunos casos raros de plantas, no suceda de esta manera.

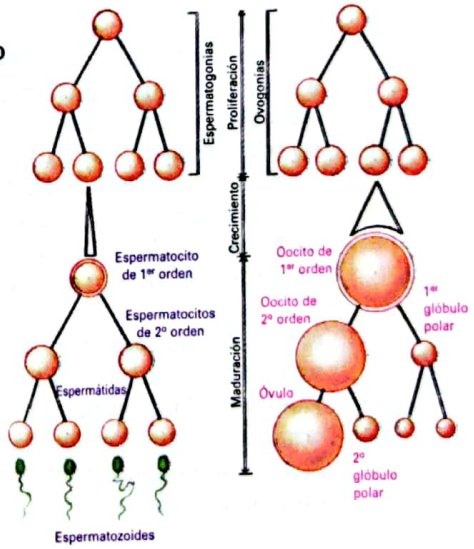


Fig. 5.5
Ovogénesis y espermatogénesis.

Scanned with CamScanner

Organismo	Núm. de cromosomas haploide	Núm. de cromosomas diploide
Trigo	14	28
Tomate	12	24
Chícharo	7	14
Café	22	44
Caña de azúcar	40	80
Mosca doméstica	6	12
Cerdo	20	40
Oveja	27	54
Perro	39	78
Hombre	23	46

Scanned with CamScanner

LECCIÓN 2

2. Los trabajos de Mendel

Gregor Johann Mendel fue un monje agustino que trabajó en el monasterio de Brun, en lo que hoy es la República Checa, Mendel realizó polinizaciones en plantas de chícharo durante 8 años y observó que en estas plantas los caracteres se manifestaban independientemente.

Mendel publicó su trabajo de experimentos en hibridación de plantas en 1866, pero tardaron más de treinta años en entender su significado. Sólo hasta 1900 los científicos Carl Correns, Hugo de Vries y Erick von Tschermak en forma independiente llegaron a resultados idénticos que, para su sorpresa, ya habían sido obtenidos por Mendel tres décadas atrás y les había dado la misma explicación.

Mendel afirmó que en los resultados obtenidos no se mostraban formas de transición en los caracteres, sino que las flores eran de color blanco o rojo, los chícharos eran verdes o amarillos pero no amarillos verdosos. Lo mismo pasaba en los demás caracteres que observó durante sus experimentos, es decir, que los chícharos presentaran sólo leves modificaciones en sus características. Por el contrario, siempre obtuvo plantas de chícharos enanas o altas; vainas globosas o adheridas; también las cascarillas del fruto eran lisas o rugosas, de color verde o amarilla, pero no se expresaban características mixtas.

Asimismo, detectó que los diferentes caracteres hereditarios eran independientes entre sí, esto es que se pueden formar plantas bajas con flores rojas o blancas y plantas altas con vainas adheridas o globosas, plantas con semillas lisas verdes o amarillas, o bien con semillas rugosas verdes o amarillas, y que estas se mantenían constantes de generación en generación sin llegar a desaparecer del todo.

Estos resultados rechazaban las ideas que se tenían de mixtificación (mezcla), modificación, fusión y progresiva dilución (pérdida) de las características hereditarias.

2.1 Genotipo y fenotipo

Toda información genética contenida en los **cromosomas** se conoce como genotipo, sin embargo, dicha información puede o no manifestarse en el individuo. El fenotipo se refiere a la expresión del genotipo más la influencia del medio. Por ejemplo: un individuo pudo haber heredado de sus progenitores estatura alta y pelo de color negro que se manifestaba en su **fenotipo**, pero algunos son modificados por el ambiente, es decir, el individuo puede no ser tan alto como sus genes lo indican porque no fue alimentado adecuadamente y su crecimiento fue menor, o bien, el pelo podría ser más claro por la exposición excesiva a los rayos solares. Obviamente estos cambios son sólo fenotípicos, por lo que su genotipo se mantiene sin cambio.

En el genotipo quedan caracteres ocultos porque no se pueden expresar en un mismo individuo los dos **caracteres** que provienen del padre y la madre, es decir, un individuo no puede ser alto y bajo a la vez, o rubio y moreno. Los caracteres presentes en el genotipo y no expresados en el fenotipo se transmiten a las siguientes generaciones, y sólo se expresan cuando ambos **alelos** (o formas alternativas) llevan la misma información, esto es en el caso de los **recesivos**, y para los **dominantes** sólo es necesario un alelo dominante para que el carácter se exprese en el organismo del individuo.

Scanned with CamScanner

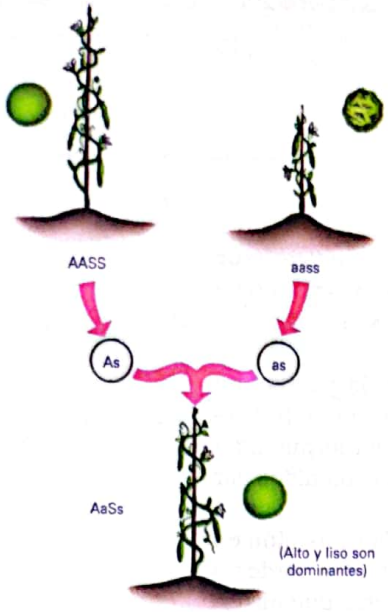


Fig. 5.6
Esquema de las características dominantes y recesivas de los chícharos.

2.2 Dominancia y recesividad

Los genes determinan caracteres hereditarios que pueden ser dominantes o recesivos. Los genes pueden tener dos alternativas o alelos, de los cuales un individuo sólo heredará uno de cada progenitor. Por ejemplo: el carácter de textura de la semilla de chícharo tiene dos alelos: lisas o rugosas; el carácter color de la semilla tiene dos alelos: verdes y amarillas; la posición de las flores tiene dos alelos: axial o terminal, etcétera.

Los caracteres pueden ser dominantes o recesivos. Cuando un carácter se hereda y se manifiesta en la primera generación, se le conoce como **dominante**; el carácter heredado pero no expresado en la primera generación se denomina **recesivo**. Este carácter puede presentarse hasta la segunda generación.

Mendel utilizó letras mayúsculas para expresar los caracteres dominantes y letras minúsculas para los recesivos. Por ejemplo: el carácter amarillo es dominante en las semillas de chícharo y recesivo en las semillas de color verde, su representación sería: amarillo AA o Aa y verde aa. Se utilizan dos letras porque un alelo proviene del padre y otro de la madre (figura 5.6).

Posibles combinaciones en una relación con dominancia completa	
Genotipo	= La información contenida en los genes del juego cromosómico, obtenido de los progenitores, se puede representar de la siguiente manera:
AA	= Homocigoto dominante (es decir, los dos alelos dominantes son iguales)
Aa	= Heterocigoto (es decir, los dos alelos, uno dominante y otro recesivo son diferentes)
aa	= Homocigoto recesivo (los dos alelos son recesivos e iguales)
Fenotipo	= Expresión física de los genes mediada por los factores externos. A = Alto a = bajo
AA	= Alto
Aa	= Alto
aa	= bajo

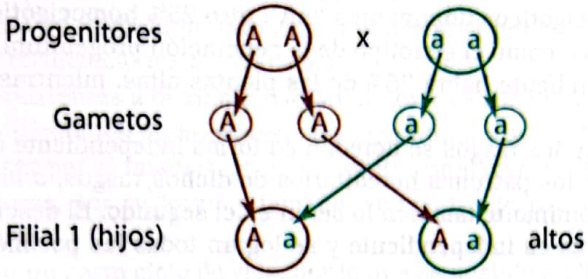
2.3 Las leyes de Gregor Mendel

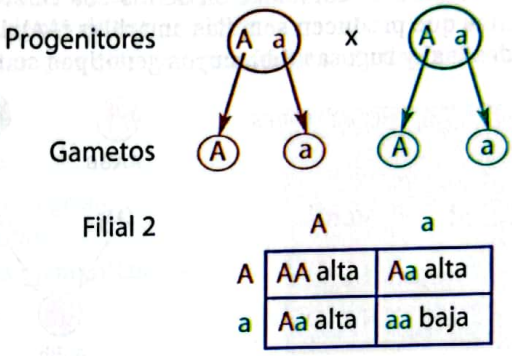
El trabajo de Mendel consistió en hacer las fertilizaciones de óvulos con polen de plantas que él escogía de acuerdo con los caracteres que se han descrito. Por las madrugadas, en sus jardines cortaba los pétalos de flores aún cerradas, colocaba muestras de polen previamente seleccionadas en los pistilos de los ovarios. Luego, cubría cada flor con pequeñas bolsas de papel para impedir que otros agentes, como insectos, el viento o el agua, acarrearan polen que él no hubiera escogido.

Mendel obtuvo primero plantas de **línea pura**, con el fin de tener certeza sobre el genotipo de las plantas que manejaba y poder interpretar adecuadamente sus resultados, esto lo logró con las fertilizaciones que realizaba de forma controlada. La línea pura es una estirpe de plantas que presentan siempre los mismos caracteres, lograda por cruzas conti-

Scanned with CamScanner

nuas entre los mismos individuos. Cuando Mendel cruzaba plantas de línea pura altas (AA) con plantas de línea pura bajas (aa), obtenía lo siguiente:





	A	a
A	AA alta	Aa alta
a	Aa alta	aa baja

Todos los descendientes de F1 son heterocigóticos por contener, cada uno, ambos alelos. Se dice que 100% de los descendientes son heterocigóticos (genotipo Aa) y 100% de plantas presentan el fenotipo "alto". Aquí parece que el carácter "bajo", no se ha manifestado por ser recesivo.

Basado en estos resultados, Mendel propone la **1ª ley de la herencia o ley de la segregación de los caracteres**, que comprende tres conceptos fundamentales:

- Los alelos que forman el par se separan al formarse los gametos, un progenitor sólo heredará uno de los alelos al descendiente (segregación).
- Los alelos de cada caracter se presentan siempre en pares, uno donado por cada progenitor.
- Uno de los alelos puede evitar que el otro se manifieste, si es que existe dominancia.

Después, Mendel cruzó dos plantas heterocigóticas "Aa" entre sí y éste fue su resultado:

Cuando se realizan cruzas entre los integrantes de la primera generación (F1) entonces pasamos a ver las combinaciones entre sus alelos (heterocigotos) y se puede ver la forma como se manifiestan en la segunda generación (F2). Para representar las combinaciones de alelos se puede utilizar el denominado cuadro de Punnet, cuyo uso facilita la comprensión de este proceso.

El cuadro de Punnet consta de dos columnas en las cuales se anotan, en la parte superior y lateral izquierda, el tipo de gametos. Se combinan los gametos de la parte lateral con los de la parte superior dando los resultados.

Scanned with CamScanner

Observa que tres de los descendientes obtuvieron el genotipo "A". En el primero, el par es idéntico, por lo tanto es homocigótico dominante AA. Los dos siguientes son heterocigóticos Aa pues presentan el fenotipo alto (A es dominante); el cuarto descendiente es "aa", es decir, homocigótico recesivo y por lo tanto, planta baja. En conclusión, ¡reaparece tal cual el carácter que aparentemente se había perdido, ni más baja ni más alta!

Se dice que 25% son homocigóticos dominantes "AA"; otro 25% homocigótico recesivo "aa" y 50% heterocigótico Aa, como el genotipo de la generación progenitora. En el fenotipo de la generación descendiente habrá 75% de las plantas altas, mientras que 25% restante serán plantas bajas.

Mendel también investigó si dos rasgos se heredan en forma independiente o si había alguna influencia mutua entre los patrones hereditarios de dichos rasgos, o bien, si los descendientes con un rasgo dominante también lo serán en el segundo. Él descubrió que la distribución de los caracteres es independiente y se logran todas las posibles combinaciones de caracteres.

Mendel experimentó con dos caracteres de los cuales cada uno tenía un par de alelos; a este tipo de cruza se le denomina **cruza de dihíbridos** (figura 5.7). En esta cruza los caracteres se segregan de manera independiente, pero al expresarse en los descendientes las posibilidades de combinación de los dos caracteres son mayores; por ejemplo: cruza de plantas que producen semillas amarillas (AA), lisas (BB) con plantas que forman semillas verdes (aa) y rugosas (bb), cuyos genotipos se representan:

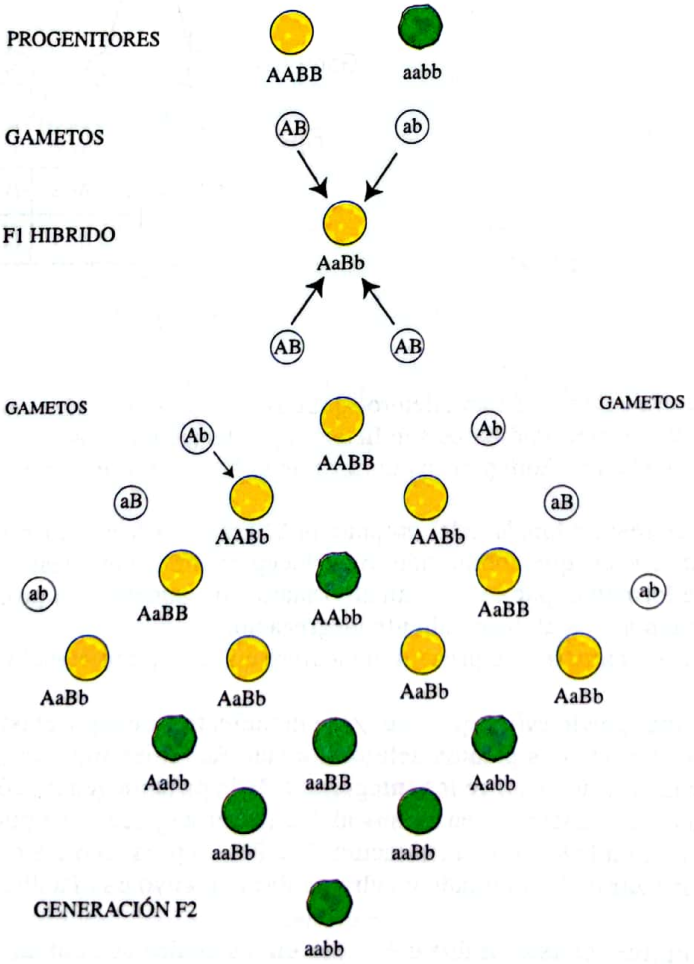


Fig. 5.7 Distribución independiente de caracteres de un dihíbrido.

Con estos resultados, Mendel plantea la segunda ley de la herencia: **la segregación de un par de alelos es independiente de la segregación de un segundo par.**

Scanned with CamScanner

2.4 Los chícharos: una elección afortunada

La elección de la planta del chícharo para los experimentos fue muy importante, debido a que ésta presenta las siguientes características:

- Caracteres de diferenciación constante.
- Durante su periodo de floración, los híbridos pueden ser protegidos del polen ajeno y evitar fertilizaciones no deseadas.
- Son resistentes a la manipulación de los experimentos y a los cambios de temperatura.
- Como tienen los órganos sexuales femeninos y masculinos en la misma flor, se pueden fertilizar por sí mismas, lo que permite conservar las líneas puras.
- Las flores, por su forma y tamaño, se pueden fertilizar artificialmente y controlar las cruzas.
- Tienen un corto ciclo de vida, por lo que es posible realizar investigaciones con ellas sin que pase mucho tiempo, además de que producen descendencia.
- Poseen muchos caracteres con alelos alternativos: tallos cortos o largos, semillas lisas o rugosas, amarillas o verdes, vainas verdes o amarillas, con borde regular o festonado, flores terminales o axilares, color de la flor blanca o morada, etc.; lo cual facilitó observar en una misma planta el comportamiento de varios alelos.

Mendel estudió características sencillas con diferencias notables, es decir, fácilmente observables.

- Semillas redondas lisas o arrugadas.
- Color de la semilla amarillo o verde.
- Color de la cáscara de la semilla blanca o gris.
- Forma de las vainas globosas o aplanadas.
- Color de las vainas sin madurar verdes o amarillas.
- Posición de las flores axial o terminal.
- Tamaño del tallo largo o corto.

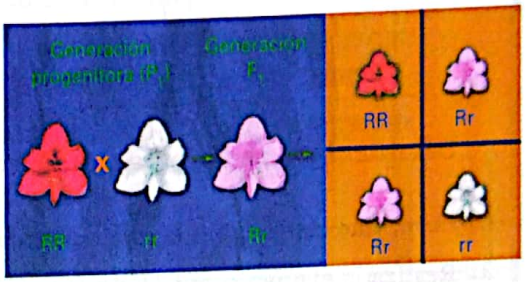


Fig. 5.8 Dominancia incompleta en el color de las flores.

2.5 Herencia intermedia o dominancia incompleta

Hasta ahora hemos visto que los alelos pueden ser dominantes o recesivos, los primeros porque se manifiestan en la primera generación y los segundos porque solamente el par de alelos recesivos, que provienen de los progenitores, pueden formar hasta la segunda generación, el genotipo **homocigoto** recesivo. No obstante, por no existir dominancia entre los dos alelos del carácter observado, éstos se manifiestan, durante F1, de manera combinada o mezclada, produciendo por ejemplo, en el caso de flores color rojo y blanco, flores de color rosa, los dos alelos llegan a expresarse en la primera generación. Este caso se conoce como dominancia incompleta o herencia intermedia (figura 5.8).

Karl Correns realizó investigaciones con plantas de Antirrhinum, que presentan flores rojas (RR) y flores blancas (BB), y observó que cuando se cruzaban entre sí generaban heterocigotos con flores rosas (RB) y obtenían un fenotipo intermedio. ¿Esto demostraría que los principios de Mendel son erróneos? Pues no, por el contrario, cuando se cruzan las plantas de flores rosas, sus descendientes presentan las siguientes combinaciones: 25% de flores rojas (RR), 50% de flores rosas (RB) y 25% de flores blancas (BB).

Scanned with CamScanner

ACTIVIDADES

Ejercicio de la cruza con herencia con dominancia

Objetivo: Que los alumnos hagan predicciones de resultados en la cruza de caracteres con alelos dominantes y recesivos.

1. Predice los resultados de la cruza de los siguientes progenitores.
¿Cuál es el porcentaje de fenotipos en la F_2?
¿Cuál es el porcentaje de genotipos en la F_2?

Padres
cobayos negros BB x bb cobayos blancos

Gametos	___ ___	___ ___
F_1 (hijos)	___	___
Gametos	___ ___	___ ___

F_2 (nietos)

Cuadro de Punnett

Simulación de la ley de dominancia

Objetivo: Que compruebes la ley de dominancia de Mendel en un caso práctico.

Material:
- 5 cajas de zapatos vacías.
- 100 canicas amarillas (A).
- 100 canicas verdes (a).

1. Realiza la siguiente actividad en equipos de cuatro compañeros.

- Progenitores. Coloquen en una caja, previamente marcada con el número I, 100 canicas amarillas (A) y en otra caja, marcada con el número II, 100 canicas verdes (a); cada par de canicas de cada una de las cajas representa los dos alelos de un carácter: AA = alta y aa = baja.
- Primera generación (hijos). Saquen una canica de cada caja I y II a la vez (éstas representarán los gametos) y anoten la combinación. Depositen el par en una caja que llevará escrito el número III; repitan la misma acción pero coloquen el siguiente par en otra caja, que será la IV. Continúen hasta terminar las canicas, dejando un par en una y otra caja. ¿Cuál fue la combinación? ¿Cómo representan su genotipo? Anoten en su cuaderno los resultados.
- Segunda generación (nietos). En otra caja vacía, la V, coloquen un par de canicas sacándolas de la siguiente forma: una de la caja III y otra de la IV. Anoten la combinación de cada par de canicas. Continúen hasta terminar las canicas de ambas cajas. ¿Cuántas homocigotas dominantes (AA) obtuvieron? ¿Cuántas heterocigotas (Aa)? y ¿cuántas homocigotas recesivas (aa)?
- Con ayuda de su profesor, determinen el porcentaje de fenotipos y genotipos en la segunda generación.
- Discutan con otros equipos si sus resultados se acercan a los porcentajes propuestos por Mendel en su ley de dominancia.

Scanned with CamScanner

LECCIÓN 3

3. El ADN (ácido desoxirribonucleico)

El descubrimiento de la estructura del ADN es uno de los avances más importantes del siglo xx, por ello, es importante recordar cuáles fueron los hallazgos que le precedieron para que comprendas el enorme trabajo que hubo detrás de este hecho.

En 1901, William Sutton comprendió y expuso que los cromosomas eran lo que Mendel llamaba factores hereditarios. Al plantear la idea de que los cromosomas son la base física de la herencia, le quedaba claro que las características hereditarias (genes) formaban parte de los cromosomas, como se muestra en el siguiente cuadro.

Comparación entre los cromosomas y los factores de Mendel

Características de los cromosomas	Características de los factores de Mendel
Los cromosomas se presentan en parejas.	Los factores de Mendel se presentan en pares.
Los cromosomas se separan durante la meiosis.	Los factores de Mendel se segregan durante la formación de gametos.
Las parejas de cromosomas se reparten independientemente de otras parejas de cromosomas.	Los factores de Mendel se reparten independientemente.

Tiempo después, el bioquímico Friedrich Miescher aisló, primero del núcleo de células que se encontraban en la pus de una herida infectada y, posteriormente de huevos de pez, una sustancia ácida que llamó nucleína.

En 1882, Walther Flemming tiñó los cromosomas de células en mitosis y describió el complejo proceso de cómo se distribuyen los cromosomas en las células hijas.

Con una serie de experimentos C. B. Bridges demostró que los cromosomas eran la base de la herencia, fundamentados en los resultados obtenidos del cruzamiento de moscas de la fruta.

Al inicio de la Primera Guerra Mundial, Robert Feulgen descubrió un método para teñir el ADN y demostró que éste se encuentra casi exclusivamente en los cromosomas. En la década de 1920, P. A. Levene probó las propiedades químicas del ADN y demostró que la unidad básica de esta macromolécula es el **nucleótido**.

En la década de 1940, con base en una serie de experimentos, Erwin Chargaff descubre que el ADN posee una estructura muy compleja, que las cuatro bases nitrogenadas no están presentes en partes iguales y que la cantidad de la base nitrogenada adenina, siempre es igual que la de timina, y que la cantidad de guanina siempre equivale a la de citosina.

3.1 El enigma de la estructura del ADN

En 1938, los científicos Atsbury y Bell observaron que las fibras del ADN, medidas por técnicas de difracción de rayos X, tenían espacios repetidos con cierta regularidad, esto se interpretó como que la estructura de las fibras era una sucesión de **nucleótidos** (fosfato, azúcar y base nitrogenada) de estructura plana, colocados perpendicularmente al eje longitudinal de la fibra.

Scanned with CamScanner

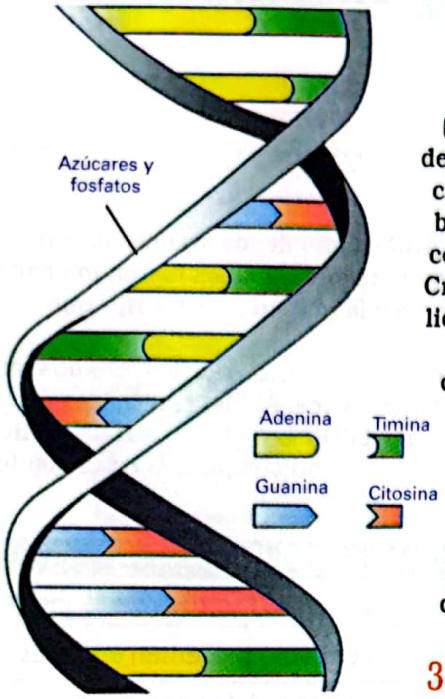


Fig. 5.9
Estructura molecular del ADN.

3.2 El modelo de Watson y Crick

Los estudios de difracción de rayos X hechos por Maurice Wilkins (1916-) biofísico y premio Nóbel británico, junto con las aportaciones de Rosalind Franklin (1920-1958) quien realizó estudios sobre la difracción de los rayos X sobre la estructura de la molécula del ADN, contribuyeron a determinar la estructura del ácido desoxirribonucleico, así como los de Pauling (1901-1994), permitieron a James Watson y Francis Crick, en 1953, proponer un modelo de ADN formado por una doble hélice con dos cadenas entrelazadas alrededor de un eje.

Los nucelótidos, bases estructurales de la hélice del ADN, se encuentran formados por tres biomoléculas: un fosfato, una desoxirribosa y una base nitrogenada. Las bases se denominan purinas (llamadas adenina y guanina) y pirimidinas (denominadas timina y citosina), y se encuentran dirigidas hacia el centro de la cadena. Estas bases se aparean de la siguiente forma: una base purina con una pirimidina, es decir, la adenina se aparea con la timina y la guanina con la citosina, de lo que resulta una doble cadena formando una escalera con peldaños del mismo ancho (figura 5.9).

3.3 Funcionamiento general

El ADN participa en tres procesos celulares fundamentales: la duplicación, la transcripción y la traducción.

En el primer proceso, el ADN se duplica con el previo desenrrollamiento de sus dos cadenas; cada cadena da origen a otra cadena complementaria, formándose al final, dos moléculas de ADN idénticas (figura 5.10).

En la transcripción, la información genética del ADN, codificada con base en las secuencias de los tripletes de las bases nitrogenadas (adenina, timina, guanina y citocina), se transcribe a una molécula intermediaria llamada ácido ribonucleico mensajero (ARNm).

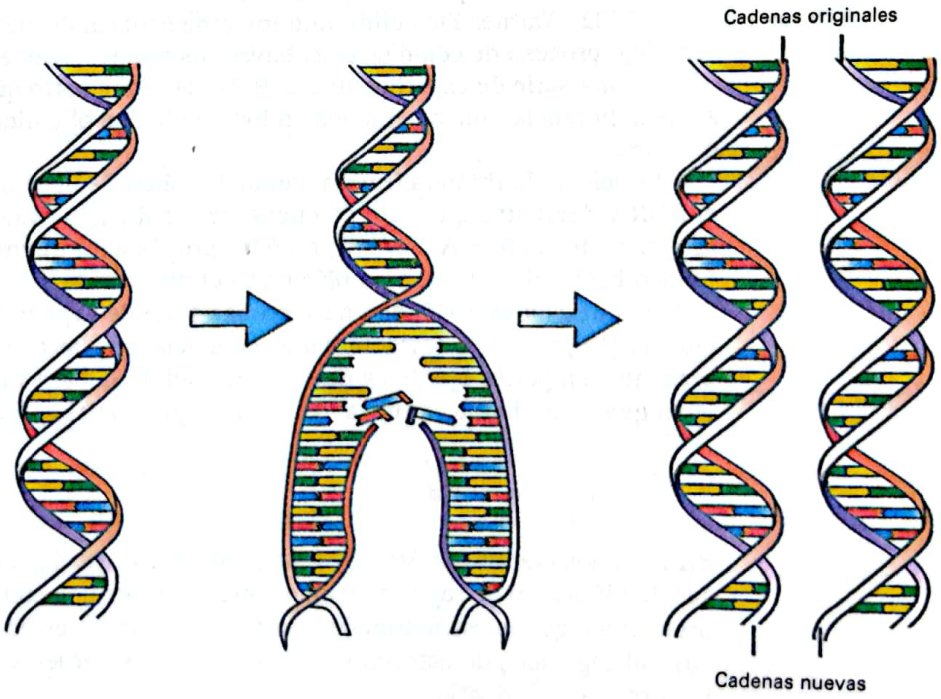


Fig. 5.10
Duplicación del ADN.

Scanned with CamScanner

La cadena del ADN actúa como molde en la formación de las secuencias de los tripletes de las bases nitrogenadas del ARNm, que forma una cadena con un orden complementario de las bases nitrogenadas. Esta secuencia de bases codifica el orden de los aminoácidos que se van a ensamblar durante el proceso de traducción para formar la proteína.

La traducción comienza con la migración del ARNm del núcleo a los **ribosomas**, en el citoplasma. El código de las secuencias de bases del ARNm, se interpretará con el orden de ensamblaje de los aminoácidos de la proteína determinada. El ARNt de transferencia se encarga de transportar los aminoácidos hacia el código genético del ARNm, según el orden del código para formar la proteína (figura 5.11).

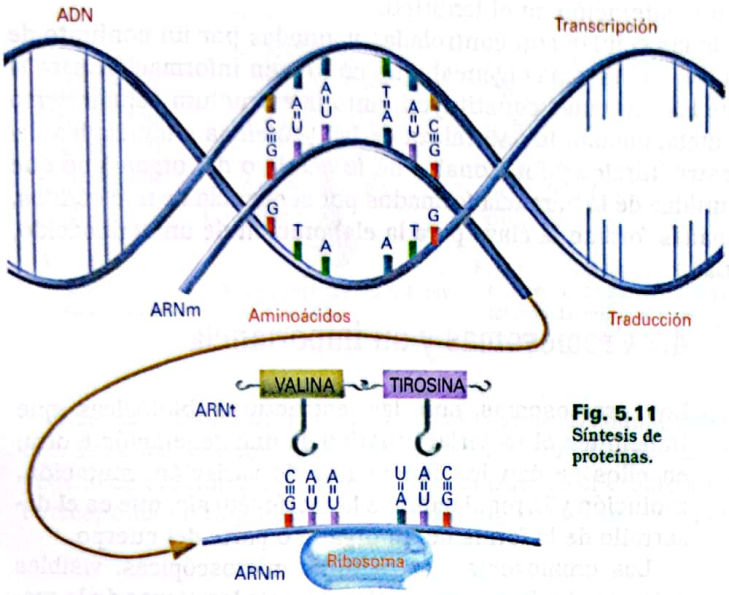


Fig. 5.11
Síntesis de proteínas.

Scanned with CamScanner

LECCIÓN 4

4. Cromosomas y genes

4.1 ¿Qué es un gene?

En 1909, Johansen rebautizó las unidades hereditarias o factores de Mendel con el término de gene, que se refería a cualquier unidad hereditaria que al sufrir un cambio en su estructura (**mutación**) producía una alteración en el fenotipo.

Las complejas actividades de las células son controladas y guiadas por un conjunto de instrucciones almacenadas en los cromosomas (genes), que contienen información para la síntesis de proteínas. Dado que las proteínas constituyen tanto la estructura celular como las enzimas que coordinan el metabolismo, la naturaleza de las proteínas sintetizadas determinará las características estructurales y funcionales de la célula o del organismo que constituyen. Los genes son la unidad de la herencia formados por secuencia de nucleótidos, donde cada tres bases nitrogenadas forman la clave para la elaboración de un aminoácido, base estructural de las proteínas.

4.2 Cromosomas y su importancia

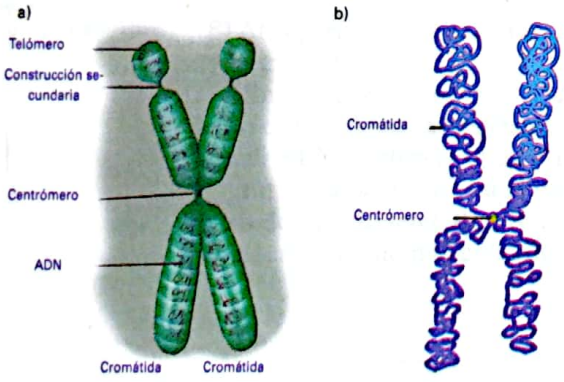


Fig. 5.12
Estructura de un cromosoma:
a) Partes de un cromosoma.
b) Cadenas de ADN que forman las cromátidas.

Los cromosomas son las estructuras biológicas que transmiten el material genético de una generación a otra; en ellos se dan los fenómenos de variación, mutación, evolución y la regulación de la morfogénesis, que es el desarrollo de la forma de un órgano o parte del cuerpo.

Los cromosomas, estructuras microscópicas, visibles sólo con el microscopio óptico durante las etapas de la **metafase** y **anafase**, en la división celular; se ven como pequeños cilindros, con cuatro brazos llamados cromátidas unidos en el centro formando el centrómero; tienen una consistencia sólida y se tiñen con colorantes básicos, los asociados a un catión.

Las células eucariontes, las que poseen núcleo y organelos, tienen cromosomas formados con moléculas de ADN que se compactan formando el cromosoma (figura 5.12). La hélice que constituye el ADN, se enrolla alrededor de unas estructuras redondas llamadas histonas que son de naturaleza proteica, formando los nucleosomas; las cuales contienen el ADN y varios tipos de una proteína llamada histona, formando una estructura con aspecto de collar de cuentas.

4.3 El cariotipo

El cariotipo es la ordenación en pares de los cromosomas de una especie. Cada especie tiene su propio cariotipo, debido a la forma, tamaño y número de sus cromosomas, además de la secuencia de genes.

El cariotipo se puede lograr a partir de fotografías tomadas en el microscopio, de los cromosomas de los glóbulos blancos (para el caso de vertebrados), siguiendo una técnica para fijar los cromosomas (figura 5.13).

Aunque la técnica para la elaboración del cariotipo se ha mantenido desde su creación, el apoyo con tecnología puede ayudar a hacer más eficiente y rápido el proceso de su elaboración.

Scanned with CamScanner

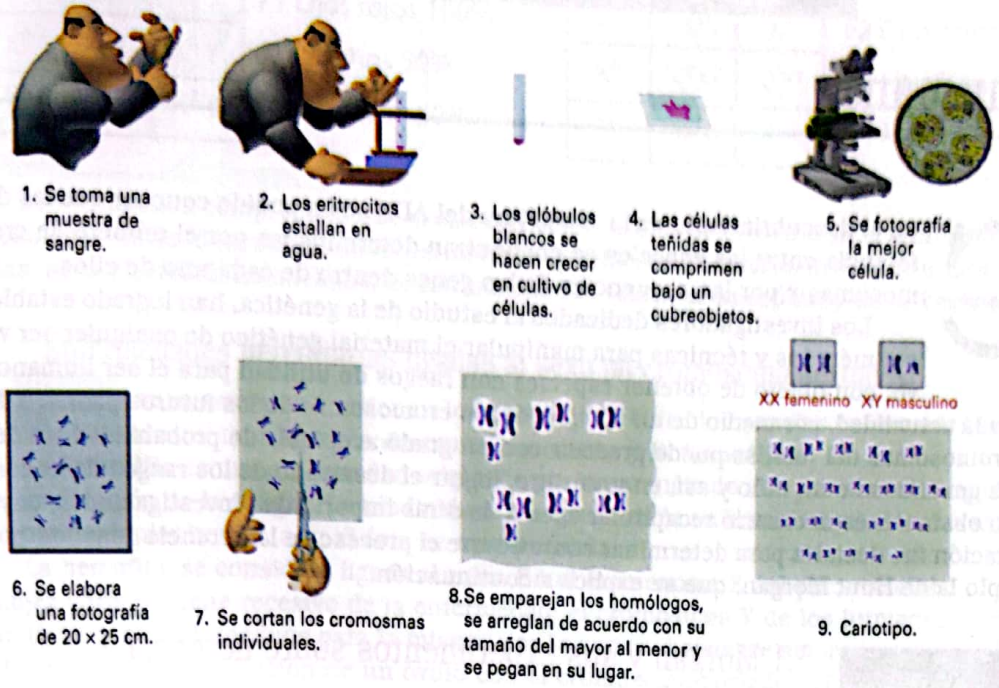


Fig. 5.13
Pasos para formar un cariotipo.

Los cariotipos humanos son útiles porque ayudan a detectar las anomalías cromosómicas. En ellos se detecta si un par de cromosomas está afectado, ya sea porque le falte un pedazo de cromátida, porque se haya duplicado el cromosoma o incluso porque la forma no corresponde a ninguno de los **autosomas** o **heterosomas**, etc. (figura 5.14).

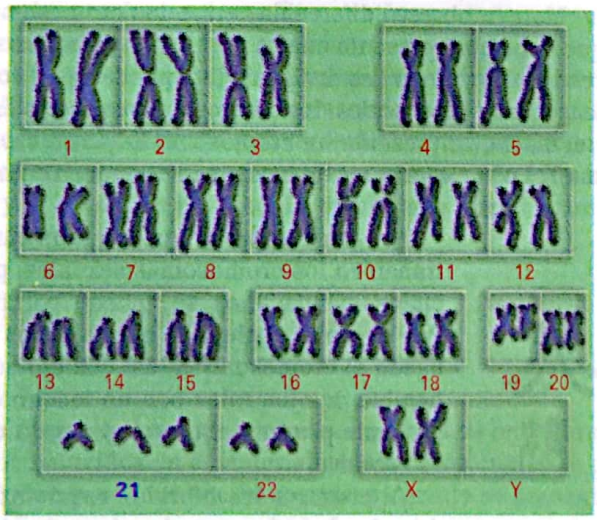


Fig. 5.14
Cariotipo del síndrome de Down. Tres cromosomas en el par 21 (trisomía 21).

Scanned with CamScanner

LECCIÓN 5

5. Genética humana

Con el descubrimiento de la estructura del ADN se ha podido conocer que las diferencia entre las especies se encuentran determinadas por el número de cromosomas y por las secuencias de los genes dentro de cada uno de ellos.

Los investigadores dedicados al estudio de la genética, han logrado establecer métodos y técnicas para manipular el material genético de cualquier ser vivo, con objeto de obtener especies con rasgos de utilidad para el ser humano.

En la actualidad, por medio de un análisis de los cromosomas de los futuros padres o de los cromosomas del feto, se puede predecir con un grado aceptable de probabilidad los defectos genéticos de un niño y así, en un futuro, lograr el desarrollo de los rasgos deseados.

No obstante, es necesario recapitular acerca de otras importantes investigaciones, cuya aportación fue decisiva para determinar cómo ocurre el proceso de la herencia genética, por ejemplo la de Hunt Morgan, que se explica a continuación.

Fig. 5.15
La mosca de la fruta con la cual experimentó H. Morgan .

5.1 Morgan y sus experimentos sobre herencia ligada al sexo

En 1906, Thomas Hunt Morgan experimentó con la mosca de la fruta (*Drosophila melanogaster*). Esta elección se debía a que las hembras ponen cientos de huevos a la vez, y sólo en diez días se obtiene una generación, es decir constatar en muy poco tiempo si se produjeron los resultados previstos; además su cultivo y mantenimiento son sencillos (figura 5.15).

Morgan observó diferencias entre los cromosomas del macho y de la hembra; mientras que la hembra presenta cuatro pares de cromosomas iguales, el macho presenta sólo tres pares iguales y un par es desigual. Este par desigual son los cromosomas sexuales. En la gran mayoría de las especies, los cromosomas sexuales en la hembra, se conocen como XX y en el macho se presenta un cromosoma X y otro cromosoma, en forma de gancho, que se llama Y. Los cromosomas no sexuales se conocen como autosomas (figura 5.16).

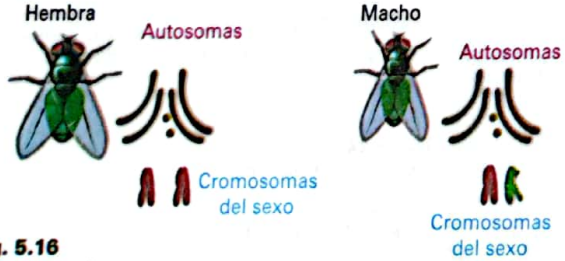


Fig. 5.16
Cromosomas de *Drosophila melanogaster*. Hembra a la izquierda y macho a la derecha.

Morgan comprobó que algunos caracteres se encontraban en los cromosomas sexuales, por lo que los principios mendelianos se aplican parcialmente en éstos. Por ejemplo, el alelo de ojos blancos en un macho está ligado al cromosoma X, así cuando se cruza una mosca hembra de ojos rojos con un macho de ojos blancos, la progenie presenta ojos rojos, por lo que el alelo blanco es recesivo.

Al cruzar a los híbridos resultantes, Morgan obtuvo machos de ojos blancos y hembras de ojos rojos, resultado con el cual pudo determinar que el cromosoma Y no tiene información para el color rojo de los ojos. El genotipo de la hembra se representa X^RX^R y el genotipo del macho se representa X^rY, para indicar que los caracteres están presentes en los cromosomas X (figura 5.17).

Morgan consideró que las hembras de ojos rojos eran heterocigotas, por lo que al cruzarlas con machos de ojos blancos, habría descendencia femenina con ojos blancos.

Scanned with CamScanner

	X^r	Y
X^R	X^RX^r	X^RY
X^R	X^RX^r	X^RY

F1 Ojos rojos 100%
(2) Machos 50%
(2) Hembras 50%

	X^R	X^r
X^R	X^RX^R	X^RX^r
Y	X^RY	X^rY

F2 Ojos rojos 75%
(2) Hembras
(1) Macho

Ojos rojos 25%
(1) Macho

Los resultados comprueban que el carácter color de ojos se presenta en el cromosoma X. Asimismo, estos descubrimientos permitieron establecer la interrelación entre cromosomas, sexo y la teoría mendeliana, conformándose **la teoría cromosómica de la herencia.**

Enfermedades hereditarias ligadas al sexo (al cromosoma sexual X)

Los cromosomas sexuales contienen los genes que determinan varias enfermedades, como el **daltonismo**, la miopía, la **distrofia muscular** y la **hemofilia.**

La **hemofilia** es una enfermedad originada por la carencia de una proteína encargada de la coagulación de la sangre. Los individuos que padecen la enfermedad pueden desangrarse por cualquier herida, aun si ésta es muy pequeña.

La hemofilia se considera ligada al sexo. En el cromosoma X del par sexual, la mujer porta un gene recesivo de la enfermedad; el cromosoma Y de los humanos no tiene genes alternativos para la misma, por lo que casi siempre se presenta en el varón. En la fecundación de un óvulo con el cromosoma portador, el cromosoma Y no tiene alelo dominante que contrarreste el gene de la enfermedad, así que ésta se expresa en el varón.

Para que una mujer padezca la enfermedad es necesario que tanto el cromosoma X de la madre y el cromosoma X del padre presenten el alelo recesivo de hemofilia. Estos casos no son frecuentes porque los varones que padecen la enfermedad generalmente mueren jóvenes y no tienen oportunidad de reproducirse.

Un caso singular de hemofílicos se presentó en la descendencia de la reina Victoria de Inglaterra, quien fue la portadora del gene de hemofilia y fue transmitido a sus hijos e hijas, algunos fueron hemofílicos, otros portadores y unos más no padecieron la enfermedad (figura 5.18).

El Daltonismo es una alteración que se transmite según un modelo de herencia ligada al sexo. El discromatismo es la forma más frecuente de daltonismo, se manifiesta por la ceguera al color rojo y al verde. La mayor parte de los daltónicos tienen visión normal en lo que respecta a sus demás características: lo padecen el 7% de los varones y el 1% de las mujeres. El daltonismo puede aparecer también de manera transitoria tras una enfermedad grave.

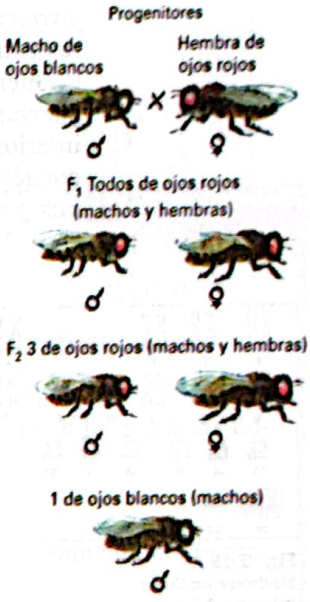


Fig. 5.17
Cruza entre moscas con ojos rojos (hembras) y moscas de ojos blancos (macho).

5.2 Enfermedades hereditarias y alteraciones genéticas

La diversidad de rasgos que presentan los seres vivos se debe fundamentalmente a las variaciones, cambios ocurridos en el material genético, los cuales se conocen como mutaciones. Las alteraciones genéticas son importantes cuando se presentan en los individuos de una población, pues aunque la mayoría de las mutaciones atentan contra la supervivencia del organismo en el momento en que se presentan, algún cambio en el medio puede conferir alternativas de supervivencia.

Las alteraciones genéticas fueron estudiadas por Hugo de Vries en 1901. Sus estudios lograron diferenciar los cambios que sufren los organismos en su fenotipo producidos por factores externos como la alimentación, ejercicio, acción de agentes patógenos, aquellos que resultan de alteraciones en el ADN, y que son susceptibles de heredarse.

Scanned with CamScanner

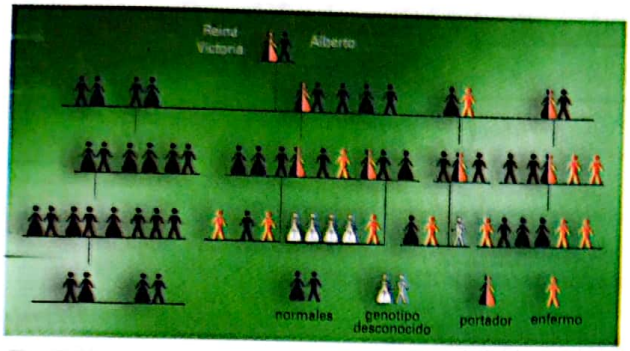


Fig. 5.18
Familia real de Inglaterra.
La reina Victoria fue portadora heterocigota de la hemofilia.

Las alteraciones genéticas, para ser heredadas, deben ocurrir en las células sexuales, debido a que son sus genes los que participan en la determinación de los rasgos de la descendencia. Los cambios en el material genético en células somáticas no se heredan, porque ellas no intervienen en la formación de otro ser, pero sí pueden causar la muerte del individuo.

Las alteraciones genéticas pueden tener un efecto letal cuando la magnitud del cambio en el material genético es muy grande y afecta procesos bioquímicos o produce cambios orgánicos no compatibles con la vida del organismo, o pueden ser deletéreas, es decir, pueden traer desventajas al individuo pero no le causan la muerte.

Alteraciones congénitas

Las alteraciones congénitas se presentan durante el desarrollo embrionario del individuo y provocan malformaciones físicas y funcionales. No son hereditarias, pues se deben a factores externos como agentes químicos, por ejemplo, el agente naranja, sustancia utilizada en la Guerra del golfo Pérsico que provocó malformaciones en los hijos de los veteranos de la guerra; la talidomida que ocasionó insuficiencia en el desarrollo de miembros superiores e inferiores en el ser humano; las radiaciones X a mujeres embarazadas provoca defectos congénitos; las dioxinas, productos químicos de desecho de plaguicidas, también ocasionan graves daños al feto.

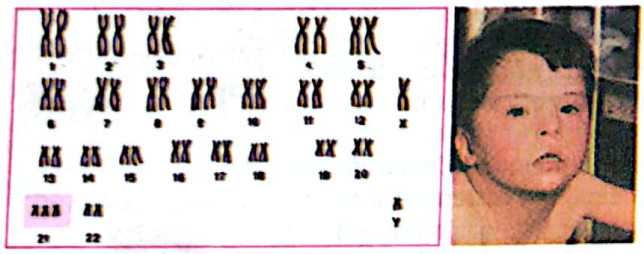


Fig. 5.19
Síndrome de Down (trisomía 21) y su cariotipo.

Alteraciones genéticas relacionadas con síndromes en los humanos

El síndrome de Down es el resultado de un genotipo en el que se encuentran 3 cromosomas en el par 21, formando un juego de 47 cromosomas. Esta enfermedad se caracteriza porque los individuos que la padecen pueden ser hombres o mujeres, ya que el cromosoma excedente se encuentra en el par 21 (trisomía 21), tienen retraso mental; su cara es redonda, ojos oblicuos, lengua larga, manos con dedos cortos y el pulgar no es oponible (no lo usan como pinza); presentan deficiencias respiratorias y cardiacas (figura 5.19).

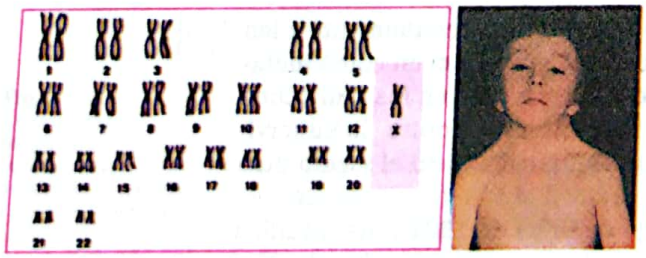


Fig. 5.20
Síndrome de Turner XO y su cariotipo.

El síndrome de Turner resulta de óvulos fecundados con 45 cromosomas, es decir, el par sexual es el afectado, debido a que sólo presentan un cromosoma. Éstos son individuos femeninos que carecen de un cromosoma X (XO), tienen en su cuello unas membranas que los unen con los hombros, presentan retraso mental, son de baja estatura, no son fértiles por tener incompleto su juego de cromosomas sexuales y por la incapacidad para producir gametos maduros y/o aptos, pueden carecer de gónadas (glándulas sexuales) o bien son rudimentarias; también tienen otras deficiencias funcionales asociadas (figura 5.20).

Scanned with CamScanner

El síndrome de Klinefelter (XXY) es el resultado de un cromosoma X extra en el par sexual del juego cromosómico. Estos individuos son varones con ligero retraso mental y brazos muy largos. La enfermedad se manifiesta en la pubertad donde hay un desequilibrio hormonal, la progesterona (hormona femenina) se excede y provoca caracteres sexuales secundarios femeninos, como ausencia de vello en la cara, no engrosamiento de la voz, ensanchamiento de las caderas, formación de senos e inclinaciones sexuales por individuos de su mismo sexo, son infértiles (figura 5.21).

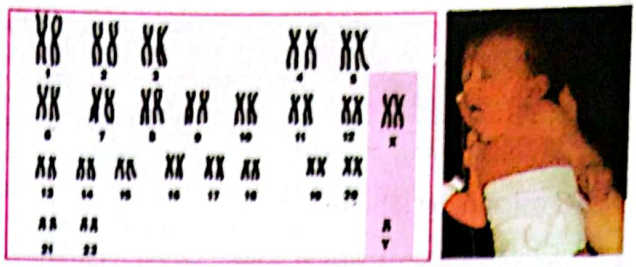


Fig. 5.21 Síndrome de Klinefelter XXY y su cariotipo.

El síndrome de Corea de Huntington es una enfermedad letal que se manifiesta después de los 40 años, es dominante y ligada al sexo porque el gene que la produce se encuentra en el par sexual. La enfermedad de Huntington es un proceso congénito poco frecuente y para el que no existe tratamiento. Se produce una pérdida paulatina de la función cerebral debida a la muerte de células cerebrales y a la pérdida de algunos neurotransmisores. Algunas técnicas genéticas recientes pueden identificar a los portadores del gen de la enfermedad incluso desde que se encuentran en el útero. Los enfermos presentan movimientos involuntarios en todo el cuerpo, trastornos psíquicos como irritabilidad, depresión y pérdida creciente de la memoria hasta llegar a la demencia.

ACTIVIDAD

Identificación de características hereditarias dominantes y recesivas en el humano

Objetivo: Que los alumnos observen y determinen la frecuencia de las características hereditarias dominantes y recesivas en su grupo escolar.

Procedimiento

1. Observa, determina y cuantifica las características hereditarias siguientes en tus compañeros de grupo. Anota los datos en una tabla.

- Enrrollamiento de la lengua. Algunas personas tienen la facultad de enrollar la lengua en forma de U o de taquito, esta aptitud se debe al gene dominante EE o Ee; los que no pueden hacerlo tienen el gene recesivo ee.
- Posición del lóbulo de la oreja. El lóbulo separado de la cabeza es la condición dominante del gene LL o Ll y el lóbulo unido a la cabeza es la condición recesiva ll.
- Línea del crecimiento del pelo. Las personas que tienen un patrón en el que el pelo baja hasta un punto definido en la mitad de la frente, se le conoce como "pico de viuda". Este rasgo resulta de la acción del gene dominante VV o Vv, el homocigoto recesivo vv determina la característica de línea continua en el pelo.
- La separación del dedo pulgar. Algunas personas pueden separar el dedo pulgar hasta formar un ángulo de aproximadamente de 90°, esto implica un gene recesivo aa; el no poder separarlo en un ángulo mayor de 45°, el gene que lo determina es el dominante AA o Aa.

Scanned with CamScanner

Tabla de resultados

Característica	Fenotipo		Genotipo	Núm. de casos
	Dominante	Recesivo		
Enrolla la lengua				
Posición del lóbulo				
Línea crec. del pelo				
Pulgar				

¿Qué características hereditarias fueron más frecuentes, las dominantes o las recesivas?

2. Con base en las mismas características hereditarias investiga y observa en tu familia su distribución.

Abuelos	Paternos		Maternos	
	Abuelo	Abuela	Abuelo	Abuela
Lengua				
Lóbulo				
Pelo				
Pulgar				
Padres	**Padre**		**Madre**	
Lengua				
Lóbulo				
Pelo				
Pulgar				

Hermanos(as)	Núm. 1	Núm. 2	Núm.3	Núm. 4
Lengua				
Lóbulo				
Pelo				
Pulgar				

¿Qué características genéticas dominantes son más frecuentes en tu familia?

¿Qué características genéticas recesivas se presentaron en tu familia?

3. Examina y discute resultados con tus compañeros, con la conducción de tu profesor.

Scanned with CamScanner

5.3 La interacción entre los genes y el ambiente

La mayoría de los procesos de los seres vivos dependen de las condiciones ambientales en las cuales se desarrolla el organismo, pero los límites dentro de los cuales el ambiente puede alterar ese desarrollo están determinados por los genes. De esta forma, un animal que tenga una alimentación deficiente, crecerá pequeño y flaco, si al mismo animal se le da una alimentación abundante, crecerá grande y gordo hasta donde el límite de sus genes lo permitan. La expresión de los genes puede ser notablemente influida por la acción del medio.

Algunos factores del ambiente pueden producir alteraciones genéticas, como la nicotina del cigarrillo, pues se ha demostrado que el cáncer pulmonar es más frecuente en fumadores que entre los no fumadores; de igual forma, el cáncer de la piel se presenta por la exposición excesiva al Sol, etcétera.

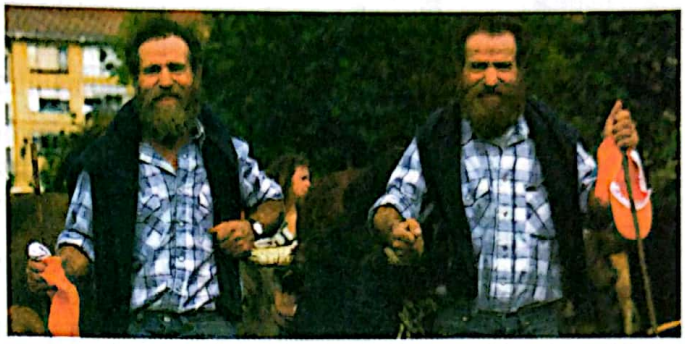


Fig. 5.22
Los gemelos idénticos son individuos del mismo sexo y poseen igual patrimonio hereditario.

En la especie humana, el estudio de los gemelos idénticos (que se originan de un mismo huevo) ofrece una oportunidad excelente para investigar la interacción entre los genes y el ambiente, debido a que teniendo las mismas instrucciones genéticas, pueden desarrollar en niveles diferentes, aspectos físicos al hacer o no ejercicio, al alimentarse bien o mal, al estudiar o no, al pintarse el cabello, al tener enfermedades, etc. (figura 5.22).

Las pecas en la piel constituyen un efecto de la interacción de los genes y el ambiente, ya que se requiere de la exposición a la luz solar para que se produzcan, este caso se puede observar en gemelos idénticos que tengan los genes para producir pecas. Si uno de ellos lleva una vida con mucho tiempo en la intemperie presentará pecas, y si su gemelo pasa la mayor parte del tiempo en oficinas y habitaciones no las presentará.

Últimamente se afirma que el potencial de la capacidad intelectual de las personas es definido genéticamente, pero que sólo se desarrollará si existen estímulos (influencias ambientales) como el estudio, el adiestramiento, la reflexión constante sobre la información cotidiana obtenida, el enfrentamiento a nuevos problemas, etc., de otra manera, aun teniendo el potencial éste puede no ser desarrollado.

Pero cuanto más estímulos y oportunidades ofrezca el medio, tanto más se destaca la importancia de la herencia, pues proporcionarán la oportunidad para que se manifiesten las cualidades heredadas.

Scanned with CamScanner

LECCIÓN 6

6. Manipulación genética

El descubrimiento del ADN y su conocimiento químico y funcional ha permitido esclarecer la transmisión de características genéticas. Análogamente, el desarrollo actual de la tecnología también ha facilitado la experimentación y la manipulación del material hereditario, tanto en plantas como en animales.

Proyecto genoma humano

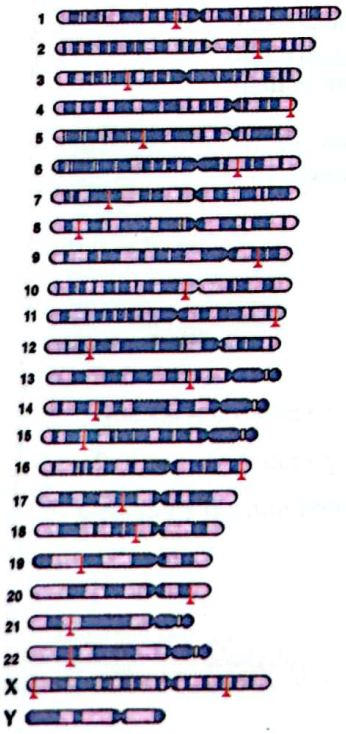
Los avances en el estudio del genoma de diferentes especies nos ha puesto a elucubrar un poco sobre las posibilidades de aplicación en la prevención y curación de enfermedades. ¿Te has preguntado alguna vez si es posible conocer dónde se localiza el gen de una enfermedad en los cromosomas e intervenir para prevenirla; curar enfermedades cuyo origen sea genético sustituyendo algunos genes y cambiándolos por otros; o introducir genes de otros individuos o especies en el ADN de una vaca con el fin de que produzca leche con ciertas características? Estos temas que parecen de ciencia ficción, los investigan genetistas y biólogos moleculares que trabajan para descifrar todos los genes de los cromosomas humanos, en un proyecto de investigación mundial que se inició a finales del siglo xx.

El siglo xxi se inicia con grandes avances en el **proyecto genoma humano** con el cual se están localizando de manera precisa los 30 000 genes que se supone forman el genoma humano, además se investiga el tipo de instrucciones genéticas contenidas en el ADN humano y la función de cada uno de los genes.

Para poder manejar la enorme cantidad de información contenida en el genoma humano, en el proyecto se establecieron tres objetivos:

- Elaborar el mapa genético de cada cromosoma, determinando la localización de los genes.
- Elaborar el mapa físico de cada gen.
- **Secuenciar** todos los pares de bases de cada gene.

Fig. 5.23
Los genes se encuentran ubicados dentro de los 46 cromosomas.



El primero de estos objetivos se culminó en 1994 y consistió en elaborar un mapa genético que permite a los investigadores situar cada gene, no sólo en uno de los 46 cromosomas, sino el sitio en el cromosoma en cuestión; esto permite centrarse en una zona concreta del genoma para estudiar una alteración o enfermedad genéticas (figura 5.23).

El segundo objetivo se refiere a elaborar el mapeado físico, es decir, un mapa genético en el que se determina la ubicación precisa de un gene en el cromosoma. Si comparamos esto con el mapa de una ciudad, el mapa genético indica en qué "barrio" nos estamos moviendo, mientras que el mapa físico es capaz de localizar la "calle" en la que se encuentra el gene en cuestión.

En el tercer nivel se trabaja la secuenciación del ADN. La secuencia exacta de nucleótidos aporta información a los investigadores de dónde se localiza el gene y cuál es su composición en un tipo de enfermedad. Volviendo a la analogía con el mapa de la ciudad: si el mapa genético nos muestra un "barrio", y el mapa físico nos sitúa una calle, la secuencia de ADN encuentra "la casa", y nos describe no sólo la fachada, sino incluso qué hay en su interior.

Esta información tan detallada permite identificar errores a nivel del código genético, es decir, que el arreglo de la secuencia de los nucleótidos se altere durante la duplicación del ADN, y como consecuencia que los aminoácidos

Scanned with CamScanner

y proteínas previstos no se puedan producir; y por consiguiente puede permitir que se diseñen las estrategias necesarias para subsanar el error, esto es, curar la enfermedad originada por dicho error.

En estos últimos años, el avance tecnológico ha facilitado la secuenciación del ADN y ha reducido su costo. Los científicos pueden secuenciar más de 15 millones de pares de bases por año (el genoma humano tiene alrededor de 3 000 millones). Actualmente se han obtenido las secuencias genéticas completas de muchos organismos, entre los que se incluyen bacterias y levaduras. La secuencia completa del genoma humano se terminó a principios del año 2001.

El conocimiento de los genes en el cromosoma es importante porque de esta manera se ubican también las enfermedades. No es difícil, en la actualidad, extraer genes de un organismo y transferirlo a otro; esta área de la biología molecular se conoce como **ingeniería genética**.

Paradójicamente, cada logro o descubrimiento de la ciencia trae aparejadas una serie de situaciones éticas, políticas, legales y económicas entre otras, que nos deben preocupar tanto como los beneficios previstos.

¿Qué consecuencias tiene para la especie humana y las demás especies el uso o consumo de transgénicos?

¿Quiénes aprovecharán en verdad los beneficios que se obtengan a partir del Proyecto Genoma?.

¿El ser humano debe clonar a las diferentes especies y a sí mismo?

Podríamos responder algunas con un sí y otras con un no. Sin embargo, la controversia entre los usos, derechos, y deberes relacionados con lo que la ciencia nos aporte, nunca se acabará.

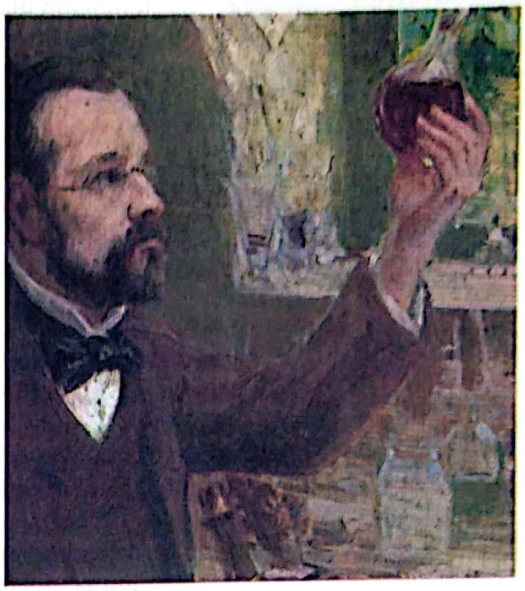


Fig. 5.24
Louis Pasteur con sus descubrimientos en la fermentación transformó la biotecnología artesanal en industrial.

Breve historia de la biotecnología

Desde los orígenes de nuestra civilización, la tecnología estuvo íntimamente ligada a la vida del hombre. En el Neolítico llegó a domesticar animales que le servían de alimento, transformándose con el tiempo de pastor a agricultor. También el hombre aprendió que los granos de las plantas silvestres podían cultivarse, que el riego y la rotación de cultivos eran indispensables para un mejor rendimiento. De esta forma demostró su capacidad para manipular y seleccionar a otros seres vivos, esto es la **biotecnología**.

Se tiene una larga lista de productos biológicos que marcan los avances, las formas de desarrollo y los modos de producción de cada cultura a lo largo de su historia. Por ejemplo: las bebidas fermentadas y la cerveza aparecen cerca de 3000 años a.n.e., con el paso del tiempo se elaboraron otros como el pan de levadura, los quesos, la mantequilla, la col agria y numerosos aderezos. Todos estos productos se deben a fermentaciones causadas por microorganismos, como bacterias, levaduras y hongos no patógenos.

Durante milenios, de hecho hasta el final del siglo XIX, la biotecnología fue sólo empírica, debido a que no existía una explicación científica de lo que sucedía, simplemente sucedía y eso era suficiente, a pesar del dominio que se adquirió en su aplicación. Más adelante, otras civilizaciones descubrieron todos los medios y técnicas para producir bebidas y alimentos fermentados con cebada, trigo, arroz y maíz, todo esto de modo artesanal.

La **fermentación** se remonta a los primeros seres vivos, sin embargo, la empezó a explicar Lavoisier quien la ubicó como fermentación alcohólica en el siglo XVIII. La explotación industrial de la leche fue posible con el conocimiento de la esterilización con la que se eliminaban gérmenes patógenos.

Al cultivar levadura en un medio con azúcar, tartrato de amonio y sales minerales, Pasteur demostró que la multiplicación de las células de levadura estaba asociada con la fermentación del azúcar. En el proceso de fabricación de cerveza, este investigador descubrió

Scanned with CamScanner

Fig. 5.25
Planta de soya resistente a condiciones inclementes.

la existencia de oxígeno que impedía la formación de alcohol pero favorecía el crecimiento de las levaduras.

Este conocimiento de alternancia de las reacciones producidas constituyó la base de los procedimientos industriales de la fermentación por microorganismos. Louis Pasteur transformaría de manera radical las biotecnologías artesanales en prácticas industriales (figura 5.24).

En 1857 Buchner logró aislar un líquido amarillo y viscoso de levaduras sometidas al efecto de una prensa hidráulica y demostró que este líquido provocaba la fermentación del azúcar. Su estudio requirió 40 años de trabajo de numerosos bioquímicos como Summer, Harden y Young, quienes lograron el aislamiento, la purificación y la cristalización de enzimas de varios organismos que realizaban las reacciones de fermentación.

La fermentación industrial usa microorganismos seleccionados entre un número considerable de **cepas** del mismo tipo, expuestas a condiciones óptimas de fermentación. En la actualidad este proceso produce ganancias económicas y beneficios industriales muy grandes.

La biotecnología moderna

Seguramente para ti, hablar de veinticinco años en los avances científicos es mucho tiempo, pero no así en la historia de la ciencia que tiene cientos de años en continuo estudio. En los últimos 25 años han avanzado las áreas de la bioquímica y la biología molecular, con ellas se han conocido especies de interés comercial, médico, industrial, nutricional y específicamente se ha investigado el genoma de organismos que pertenecen a los diferentes reinos y grupos taxonómicos.

Estos trabajos han puesto de moda no sólo el área de la biotecnología, sino a otras como la ingeniería genética y la clonación. La manipulación del ácido desoxirribonucleico (ADN) y ribonucleico (ARN) y otras técnicas a escala molecular, han permitido obtener una serie de especies con caracteres genéticos de utilidad para el ser humano.

En los primeros años de la década de 1960, el trabajo de varios científicos permitió descifrar el código genético, demostrando cómo la secuencia de bases del ADN especificaba la secuencia de aminoácidos de una proteína. En los años setenta varios laboratorios desarrollaron técnicas para insertar genes foráneos en bacterias y se desarrolló la tecnología para secuenciar de manera eficiente y rápida el ADN.

¿SABÍAS QUE?

En la primera mitad del siglo XX, Nikolai Dimitri Vavilov (genetista soviético) formó un banco de germoplasma, es decir, reunió y conservó semillas silvestres de todo el mundo, que resembró constantemente para mantenerlas vivas. Actualmente este banco es la fuente genética más importante con que se cuenta y se utiliza para recuperar algunas características que tienen ventajas adaptativas en ambientes naturales. Esto se logra al cruzar las especies silvestres con especies cultivadas o con individuos de especies en peligro de extinción.

Selección de fenotipos

Los pequeños agricultores y ganaderos coinciden en que hay que seleccionar en cada generación los mejores ejemplares en cuanto a talla, producción (de carne, leche o semillas), frutos y flores. Se eligen los que mejor hayan sobrevivido a las condiciones más difíciles o rigurosas del ambiente o de acuerdo con gustos personales como: colores, formas, tallas o aromas.

Esto ha dado como resultado que durante generaciones, las sociedades humanas han seleccionado muchas variedades resistentes a enfermedades, a condiciones extremas, a plagas, y a obtener los mejores caracteres físicos y funcionales de especies tan importantes como trigo, papa, calabaza, frijol, arroz, chile, tomate, maíz, centeno, cebada, sorgo, etcétera (figura 5.25).

Los agricultores indígenas mexicanos poseen una estrategia interesante para manejar los recursos naturales de plantas, animales y suelo sin agotarlos. Saben aprovechar la abundancia de especies y los mecanismos de regeneración ecológica, de tal manera que elaboran una variedad de productos útiles:

Scanned with CamScanner

tintes para sus telas, plantas silvestres usadas como medicamentos, alimento (maíz de diversas variedades), materiales para construcción, maderas, forrajes, combustibles y abonos, entre otros. Es importante hacer notar que sus cultivos conservan muchas características silvestres que no han sido afectadas por insecticidas o abonos artificiales y que al consumirse no los transfieren al ser humano, además de que su proceso de adaptación al medio ha sido largo.

En Perú, los pueblos indígenas en cada valle producen una variedad particular de papa u otro tubérculo. De este modo, desde hace miles de años las personas han sobrevivido gracias al cultivo de cosechas que se adaptan bien al ambiente (figura 5.26).

Fig. 5.26 Diferentes especies de vegetales cultivados por los pueblos indígenas.

Técnicas de la biotecnología

Aun cuando las técnicas son muy especializadas y complejas, es posible que entiendas de una manera sencilla la forma en que éstas se aplican.

Ingeniería genética. Esta técnica también es conocida como tecnología de ADN recombinante y se basa en incrustación de fragmentos de ADN de organismos diferentes a otro, al que se le desea agregar una o varias cualidades, Esta técnica se desarrolló gracias al descubrimiento de las enzimas de restricción. Estas enzimas reconocen secuencias precisas de ADN y lo cortan en el sitio exacto; los fragmentos de ADN pueden unirse entre sí para formar nuevas combinaciones genéticas. La importancia es que ahora es posible cortar los fragmentos deseados de ADN en forma artificial con el fin de incorporarlos en otros organismos y producir las cualidades deseadas.

La técnica permite el aislamiento y manipulación de un fragmento de ADN de un organismo para introducirlo en otro. Una de las principales herramientas de esta técnica es el uso de microorganismos (células procariontes). Con ello es posible lograr que los desechos de las bacterias pierdan su toxicidad, que sirvan para producir alimentos, que desintegren los plásticos, que produzcan proteínas humanas que pueden emplearse para el tratamiento de algunas enfermedades, como la **insulina** que regula la diabetes (figura 5.27).

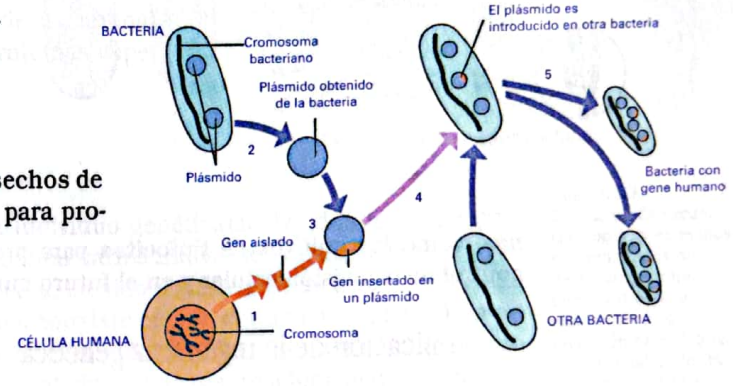


Fig. 5.27 Esquema que ilustra la forma en que se sacan genes de un ser vivo para introducirlos en otro. La transferencia de genes es entre bacterias. Se realiza con los plásmidos (anillos pequeños de ADN presentes en las bacterias).

Hasta la fecha, se han descubierto alrededor de unas 800 enzimas de restricción que reconocen más de cien secuencias diferentes y la mayoría de éstas proviene de bacterias. La función biológica que originalmente tienen las enzimas restrictivas es de defensa contra la acción de los virus. Como su nombre lo indica restringen al ADN viral; tan pronto como un virus infecta a una bacteria, este tipo de enzimas reconocen al ADN viral, se adhieren a las secuencias de bases nitrogenadas y cortan la cadena dividiéndola en cientos de segmentos, de tal manera que destruye al virus. Entre las técnicas de la biotecnología podemos describir las siguientes:

Hibridomas. Esta técnica consiste en unir dos células, una de ellas es productora de anticuerpos (proteína que se forma para neutralizar el efecto de un invasor) pero con un corto lapso de vida y la otra es "inmortal", como las células del tumor llamado mieloma. Con esta técnica logran formar células con lapsos de vida largos que producen grandes cantidades de anticuerpos específicos.

Scanned with CamScanner

Vacunas. La producción de vacunas se ha modificado agregando a los métodos tradicionales la técnica del ADN recombinante para obtener antivenenos, también conocidos como sueros. Una de las más importantes es la vacuna contra la hepatitis B.

Bloqueo de nucleótidos (terapia antisentido). Es posible diseñar fragmentos de ADN o ARN que se complementan con un determinado gene, de manera que al introducirlos en la célula se unen a dicho gene y evitan que éste se exprese. Dicha técnica podría ser utilizada para evitar la producción de una proteína perjudicial para el organismo o para desactivar un virus.

Terapia génica. Consiste en modificar la información genética de las células de un organismo para que puedan fabricar dentro de las células una proteína que en un principio no se tenía. Un ejemplo de terapia génica sería el introducir el gene de la insulina en células de un individuo con diabetes para que procedan a fabricar la insulina.

Huella dactilar genética. Es una técnica que compara la secuencia de bases nitrogenadas de diferentes muestras de ADN para determinar si éstas proceden del mismo individuo o no. Se utilizan con frecuencia en investigaciones judiciales, pero también en estudios de antropología física, paleontología y otras áreas afines.

Cultivo de tejidos animales y vegetales. Las plantas poseen la capacidad de regeneración completa. Por ejemplo, si se corta el tallo se estimula la formación de un brote llamado "callo protector", pero si se favorece el crecimiento de dicho callo con hormonas, algunas células de este tejido logran continuar con el crecimiento y desarrollo de una planta completa.

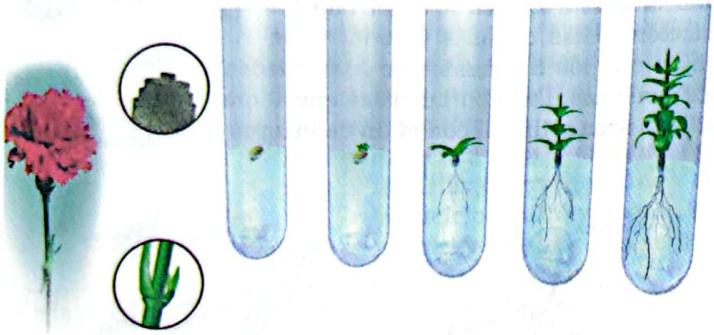


Fig. 5.28
Cultivo de brotes, tejidos, callos, anteras y embriones de plantas.

El manejo de tejidos se hace en las células denominadas indiferencias, es decir que todavía no se han especializado en una función o estructura determinada. Estas células crecen en medios de cultivo y se reproducen en corto tiempo, de tal manera que se producen grandes volúmenes de ellas listas para ser utilizadas en diferentes estudios (figura 5.28).

Se cultiva piel humana para injertos en lesiones provocadas por quemaduras, así mismo cultivo de células animales y humanas, como los cultivos de **linfocitos** para probar el efecto de algunas sustancias, para el control de la división celular y en el futuro curar los diferentes tipos de cáncer.

Aplicación de la ingeniería genética

Fig. 5.29
Cerdos transgénicos.

Con la técnica del ADN recombinante se logra el aislamiento de un gene de un organismo para introducirlo en otro (organismos transgénicos). El objetivo de esta técnica es obtener grandes cantidades de la proteína codificada por dicho gene. Entre sus aplicaciones se encuentra el producir proteínas humanas en cantidad suficiente para que puedan ser utilizadas como fármacos. Las proteínas obtenidas por esta técnica se denominan proteínas recombinantes.

Antes de la tecnología de ADN recombinante también se utilizaban como medicamentos algunas proteínas. Se obtenían por síntesis química, o mediante el aislamiento de la proteína a partir de su fuente natural (tejido o fluido animal, humano o de plantas). No obstante la gran utilidad y aplicación, estas técnicas tienen sus limitaciones porque resultan muy complejas y de costo elevado.

Scanned with CamScanner

A continuación veremos algunos productos obtenidos del ADN recombinante (organismos **transgénicos**).

Hormona de crecimiento. Se emplea en el enanismo y crecimiento retardado.
Insulina. Se utiliza para el tratamiento de la diabetes.
Anticuerpos monoclonales. Se emplean para el tratamiento de tumores y algunos tipos de cáncer.
Vacunas. Por ejemplo, la de la hepatitis B.

Algunas plantas transgénicas son:

Jitomate con genes que retardan su maduración.

Jitomate con genes de peces del ártico. Resisten la congelación.
Variedades de maíz con genes que lo hacen resistente al gusano taladro, a herbicidas y a otras plagas.

En México están en etapa experimental las plantas transgénicas de algodón, papa, jitomate, alfalfa, arroz, calabaza, chile, melón, tabaco, trigo.

Algunos animales transgénicos:

Ratones con genes humanos de tumores cancerosos.
Cerdo con genes humanos para evitar el rechazo inmunológico de sus órganos en trasplantes a humanos (figura 5.29).
Vaca con genes humanos, que produce leche con alfa-lactoalbumina humana, proteína que posee casi todos los aminoácidos que necesita un bebé recién nacido.
Cabras con genes humanos, que producen leche con proteínas anticoagulantes.
Oveja "Dolly", primer mamífero clonado de un animal adulto; tiene genes humanos que producen proteínas específicas en su leche.

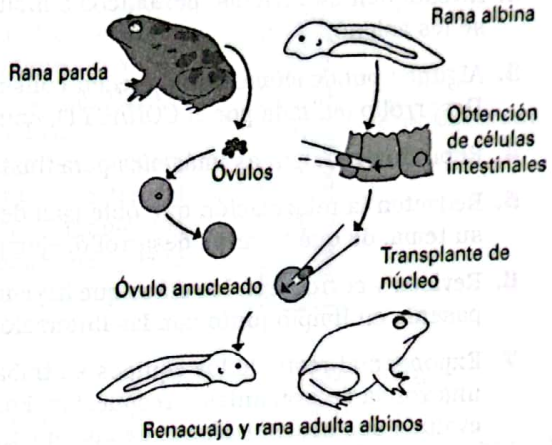


Fig. 5.30
Clonación de ranas. Gurdon obtuvo óvulos no fecundados de hembras de color pardo y destruyó sus núcleos con radiación ultravioleta. Por otro lado, obtuvo núcleos de células intestinales de una rata albina y los trasplantó a los óvulos anucleados y obtuvo ranas albinas e idénticas al donador del núcleo.

6.1 Clonación de organismos

La clonación permite originar o producir un individuo genéticamente idéntico a un progenitor. Esta técnica abre la posibilidad de producir varios individuos de un ser inicial. Este gran acontecimiento, hecho realidad hoy en día, ha sido posible gracias a las técnicas de la ingeniería genética. La clonación de animales consiste en que el núcleo de una célula no sexual de un individuo adulto es introducido en el interior de una segunda célula carente de su núcleo original. Esta nueva célula es implantada en una madre adoptiva de la cual nacerá un individuo idéntico al original.

La oveja Dolly es el clon más nombrado en los últimos años, pero esta historia se inicia con J. B. Gurdon en la década de 1960, cuando produjo clones de ranas que se desarrollaron normalmente y tuvieron descendencia (figura 5.30).

En la década de 1980 se clonaron vacas y borregas, y en 1997 se logró la clonación del *Macacus rhesus*. Todos los clones obtenidos fueron a través de embriones, pero la oveja Dolly se produjo a partir de la célula de un animal adulto, detalle muy importante porque teóricamente podría producir una copia de un organismo cualquiera, a partir de una de sus células.

Scanned with CamScanner

ACTIVIDAD

Aplicación e importancia de la ingeniería genética

Objetivo: Que los alumnos conozcan la importancia de la aplicación de la ingeniería genética y sus posibles consecuencias.

I. Realiza la siguiente investigación documental en equipos de cuatro compañeros.

1. Con la conducción de su profesor, distribúyanse los siguientes temas:

¿Qué problemas de salud, alimentarios y protección de especies podría solucionar la ingeniería genética?

¿Qué controversias ha causado la posible clonación en humanos?

¿Qué instituciones mexicanas realizan investigaciones de ingeniería genética y en qué tipo de organismos se realizan?

¿Qué piensas de las advertencias acerca de que se desconocen los efectos del consumo de vegetales transgénicos en los seres humanos? ¿En qué consisten estas advertencias o en qué se basan?

2. Investiguen en revistas, periódicos e incluso en Internet información relacionada con el tema que se les asignó.

3. Algunas publicaciones que pueden consultar son: *¿Cómo ves?* (editada por la UNAM) y *Ciencia y Desarrollo* (editada por el CONACYT), entre otras.

4. Reproduzcan algunas imágenes para ilustrar su trabajo.

5. Redacten la información que obtengan de la siguiente forma: introducción (por qué es importante su tema, de qué tratará), desarrollo, ejemplos y conclusiones.

6. Revisen y corroboren los datos que hayan obtenido en un borrador, revisen su redacción y después, pásenla en limpio junto con las ilustraciones que hayan conseguido.

7. Expongan al resto de los equipos su trabajo. Al final, y con la conducción de su profesor, realicen una ronda de preguntas y respuestas. Posteriormente cuando todos hayan expuesto sus trabajos, evalúen sus investigaciones de manera crítica y respetuosa.

II. Como actividad adicional y con la información que consiguieron, podrían organizar una sesión de debate en la que discutan las ventajas y desventajas de los organismos transgénicos, con la conducción de su profesor.

6.2 Procesos de inseminación artificial

Es la unión artificial de los gametos femenino y masculino sin la unión sexual natural (cópula) de los progenitores, se utiliza para mejorar las razas en la ganadería o para resolver problemas de fecundación en los humanos.

En la ganadería, el semen de sementales (machos reproductores) se mantiene y transporta congelado, el veterinario introduce las dosis de semen en los órganos reproductores de la vaca fecundándola.

En los humanos, cuando se presentan problemas de fertilidad debido que los espermatozoides no pueden llegar hasta el oviducto, entonces se insemina depositando los espermatozoides de su pareja directamente en el útero para aumentar la posibilidad de embarazo.

Scanned with CamScanner

6.3 Fecundación *in vitro*

Es el proceso donde el óvulo es fecundado en el laboratorio en una probeta, para después implantarlo en el útero de la madre.

Estos procedimientos tienen mucha importancia en la ganadería, por ejemplo los gametos (óvulos y espermatozoides) de raza pura sangre (mejoradas) se fecundan *in vitro* en cantidades numerosas y se trasplantan a úteros de vacas comunes (madres adoptivas) de esta forma los ganaderos pueden desarrollar con rapidez manadas de raza mejorada.

En humanos cuando una pareja tiene problemas para procrear hijos naturalmente, existe la posibilidad de que la fecundación pueda hacerse de una manera artificial en el laboratorio por medio de la fecundación *in vitro*. En el ser humano este proceso consiste en: 1. La toma y preparación del esperma del padre; 2. En la obtención del óvulo de la madre; 3. En realizar la fecundación del óvulo en el laboratorio (figura 5.31); 4. El cigoto se desarrolla y transforma en embrión, y durante las primeras divisiones, 5. Se implanta quirúrgicamente en el útero de la madre biológica o de una madre adoptiva.

Existen embriones congelados que pueden transferirse a una mujer receptora. Entre 12 y 15% de los bebés concebidos mediante técnicas de fecundación *in vitro* proceden de embriones conservados en contenedores con nitrógeno líquido a –196° C. Sin embargo, cabe preguntarse si la congelación de embriones supone algún riesgo para los bebés nacidos de ellos.

Al respecto, en un estudio de investigadores franceses en ratones procedentes de embriones congelados, se sugiere que el frío afectó ciertos aspectos del desarrollo de los roedores. En dicho análisis se concluye que hay argumentos sólidos para sustentar la hipótesis de que la congelación de embriones puede tener consecuencias a largo plazo, y que esta posibilidad justifica una mayor limitación del uso de esta técnica. Sin embargo, los primeros bebés nacidos con esta técnica ya cumplen los 12 años y son normales.

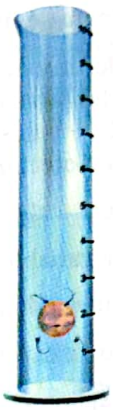


Fig. 5.31
Fecundación *in vitro*.

Cuadro cronológico de la historia del conocimiento de la fecundación *in vitro* y la fecundación asistida	
1952	Con fecundación asistida nació el primer ternero empleando semen congelado.
1953	Se fertilizó por primera vez un óvulo humano con espermatozoides congelados.
1959	Se obtuvieron conejos mediante la fecundación *in vitro*.
1972	Se obtuvieron ratones a partir de embriones congelados fertilizados *in vitro*.
1973	Se logró el primer ternero a partir de un embrión congelado fertilizado *in vitro*.
1983	Nació la primera "niña de probeta", Louise Brown, originada de un óvulo fecundado *in vitro*.
1984	Nació Zoe, la primera niña lograda a partir de un embrión congelado originado por una fecundación *in vitro*.

¿SABÍAS QUE?

En México se han iniciado desde hace más de 15 años las investigaciones en biotecnología. El Centro de Investigaciones Avanzadas (CINVESTAV) del Instituto Politécnico Nacional, el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición "Salvador Zubirán" y el Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México, son los más relacionados en el tema sobre diversos campos de la agricultura y plantas transgénicas, el diagnóstico de enfermedades genéticas, la reproducción humana y los nuevos medicamentos.

Scanned with CamScanner

ACTIVIDADES

Tú puedes realizar biotecnología experimental con la cría del caracol de jardín (helicicultura) para la alimentación o la cría de lombrices de tierra y con ellas preparar y fertilizar el suelo para los cultivos.

I. La cría de caracol está destinada a desempeñar un papel importante en la alimentación humana ya que los caracoles son un alimento de sabor agradable y con un alto valor nutritivo, equiparable al de la carne de pescado.

En la regulación de la reproducción y desarrollo del caracol intervienen principalmente los factores de iluminación, temperatura y humedad. Tú puedes investigar el efecto de estos factores, exponiéndolos a diferentes **fotoperiodos**, longitudes de onda de la luz, o a distintas temperaturas.

En la temporada de lluvias puedes colectar caracoles adultos y mantenerlos en cajas de madera o plástico con tierra húmeda y cubiertas con una malla plástica o metálica, alimentándolos con lechuga, zanahoria u otros vegetales. Posteriormente, puedes buscar sus huevecillos debajo de la tierra y con ellos realizar el experimento.

Para planear tu experimento, consulta el tema "El método científico" en la página 24.

- Investiga, en las fuentes que tengas a tu alcance, la información relacionada con el caracol de jardín, sobre todo lo que encuentres respecto a su composición genética.
- Con esta información determina el problema. Te sugerimos relacionarlo con la mejoría de la calidad nutricional del caracol, con multiplicar su producción, con hacerlo resistente a las enfermedades más comunes, etc. Puedes pensar en muchos otros problemas relacionados con el caracol y que se pueden resolver con biotecnología.
- Plantea tu hipótesis.
- Determina la variable independiente.
- Identifica qué variables puedes controlar.
- En tu diseño de experimento designa los lotes o grupos testigo y experimentales.
- Realiza tu experimento, anota tus resultados y elabora tu protocolo de investigación en el que incluyas tus conclusiones.

II. Cría de la lombriz de tierra (lumbricultura)

En 1881, Charles Darwin fue uno de los primeros en reconocer la importancia de la lombriz en el suelo. En 1955 Guild describió las actividades que ésta realiza: ingestión y descomposición parcial de la materia orgánica, eyección del material ingerido compactado, elaboración de sistemas de galerías ramificadas, remoción del suelo. Entre los cambios producidos por su actividad está la de agregación de partículas, una de las propiedades más dinámicas, ya que presenta resistencia a la acción erosiva del agua.

Las eyecciones contienen carbono, nitrógeno y calcio; constituyen un medio adecuado para el desarrollo de bacterias fijadoras de nitrógeno tan importantes para las plantas, por el mucus secretado por las células epiteliales e intestinales, por la orina excretada y por la descomposición de sus cuerpos cuando se mueren. Se calcula que una población de lombrices contribuye al suelo con cerca de 100 kilogramos de nitrógeno por hectárea.

En Nueva Zelandia, con la introducción de lombrices en los últimos 25 años, se ha aumentado la producción de vegetales en 70%. Los usos potenciales de las lombrices son numerosos, además de su papel natural de labradoras del suelo, se utilizan en el tratamiento de residuos orgánicos, como alimento en la cría de varios animales ya que presenta un contenido proteico de 58–71%, y tiene los aminoácidos esenciales como la lisina y metionina. Alimentando a pollos, cerdos, ratas y conejos con harina de lombriz, se obtuvo su transformación en alimento semejante a la alcanzada con la harina de pescado o carne deshidratada.

Para planear tu investigación sigue los pasos del tema anterior.

Scanned with CamScanner

ACTIVIDADES DE CONSOLIDACIÓN

1. ¿Qué diferencia encuentras entre carácter y alelo?
2. ¿Qué es un alelo dominante y uno recesivo?
3. ¿Por qué crees que son importantes las Leyes de Mendel?
4. ¿Por qué crees que el conocimiento de la estructura del ADN sea tan importante en la ciencia?
5. ¿Cómo entenderías lo que es una alteración genética?
6. ¿Crees que exista alguna relación entre el sexo de las personas y algunas alteraciones genéticas de su descendencia?
7. Explica alguno de los síndromes genéticos que conozcas.
8. ¿Qué importancia crees que pueda tener el ambiente en la manifestación del mensaje genético de una persona?
9. Explica qué es para ti la biotecnología.
10. Cita algunos casos en los que se haya aplicado la biotecnología.
11. Si tuvieras la posibilidad de hacerlo, ¿con qué propósito aplicarías la biotecnología?
12. Explica en qué casos, benéficos para la humanidad, podría aplicarse la clonación.

Mapas conceptuales

1. Elabora en equipo un mapa conceptual para cada uno de los temas de la unidad:
   - Las ideas sobre la herencia antes de Mendel.
   - Los trabajos de Mendel.
   - El ADN.
   - Genética humana.
   - Manipulación genética.
2. Comparen sus mapas conceptuales con los otros equipos y elijan los que consideren más completos.

Scanned with CamScanner

Alelos. Son las dos opciones como puede presentarse un carácter en la descendencia.

Alma. Según algunas religiones y las teorías creacionistas, es la entidad incorpórea de todos los individuos que les da la cualidad de ser vivo.

Anafase. Parte de la reproducción celular en eucariontes, en la que los centrómeros de los cromosomas que están alineados en el ecuador de la célula desaparecen, y cada cromátide hermana se dirige hacia un polo opuesto.

Anticuerpos monoclonales. Son combinaciones de anticuerpos con ciertas sustancias que se usan con fines terapéuticos, para evitar el rechazo en transplantes de órganos y para dirigir medicamentos hacia áreas específicas del organismo.

Autosomas. Son los 22 pares de cromosomas que determinan las características de todo nuestro organismo, a excepción del sexo.

Carácter. Característica de los individuos que puede presentarse de dos maneras diferentes o combinada en la descendencia.

Células germinales. Las que se encuentran formando el epitelio de la superficie de los ovarios y de los tubos seminíferos en los testículos y que dan origen a los óvulos y espermatozoides.

Cepas. Cultivos de microorganismos que crecen en cajas de Petri en medios de cultivos especiales.

Cromosomas. Son estructuras que se encuentran en el núcleo de las células que contienen ADN y proteínas asociadas que contienen la información genética.

Daltonismo. Defecto de la vista que consiste en no percibir determinados colores o confundir algunos; por ejemplo, no distinguir entre los colores rojo y verde.

Dihíbridos. Es el resultado de experimentar con la cruza de dos caracteres que tienen alelos diferentes cada uno.

Diploide. Es la carga genética de las células somáticas y que corresponde al que caracteriza a una especie determinada. Corresponde al doble de los cromosomas que contienen los gametos.

Distrofia muscular. Enfermedad caracterizada por una degeneración del músculo esquelético. Es progresiva; con el paso del tiempo aumenta la debilidad, y disminuyen la funcionalidad y la masa muscular hasta que el enfermo no puede desplazarse.

Dominantes. Se refiere a los rasgos (entre los dos que se oponen) que se manifiesta en todos los descendientes de F1.

Fenotipo. Es la manifestación del mensaje genético que existe en el genoma de un individuo.

Fermentación. Proceso de producción de energía de muchos organismos unicelulares, que se realiza en ausencia de oxígeno y tiene como residuo ácido láctico o alcohol.

Folículos ováricos. Es una formación celular dentro del ovario que contiene al óvulo.

Fotoperiodos. Etapas de tiempo en que se produce luz o se expone un organismo a ella.

Gametos. Células reproductoras con un contenido genético haploide (la mitad del número cromosómico de la especie).

Genética. Especialidad de la biología que estudia la herencia.

Genoma. Es el conjunto de genes con que cuentan los cromosomas de una especie determinada.

Haploide. Condición normal de los gametos,. Se caracterizan por tener la mitad de los cromosomas que las demás células del cuerpo. Por ejemplo, el ser humano tiene 23 pares de cromosomas (diploide), en sus células somáticas y sólo 23 cromosomas (haploide) en sus gametos.

Heterosomas. Es el par de cromosomas que definen la sexualidad de la especie humana (X y Y), y que son diferentes en el hombre y la mujer

Homocigoto. Individuo que presenta el mismo rasgo para los dos alelos de un carácter. Por ejemplo para color de ojos (negro por parte del padre y negro por parte de la madre).

Insulina. Hormona que regula la utilización de la glucosa de la sangre por la célula.

La fecundación asistida. Es cuando se realiza la unión de los núcleos del óvulo y espermatozoide sin necesidad de sacar el óvulo del organismo de la hembra.

Linfocitos. Células sanguíneas que forman parte del sistema inmunitario de los animales.

Metafase. Etapa de la mitosis en la que los cromosomas se ubican sobre el ecuador celular.

Miopía. Padecimiento por el que las personas tienen dificultad para ver los objetos lejanos.

Mutación. Cambio o alteración importante de la secuencia de nucleótidos de un gen o genes de un cromosoma.

Ninfa. Forma joven de algunos insectos que se parece al adulto.

Nucleótidos. Unidades estructurales del ADN y del ARN compuestas por un azúcar, un fosfato y una base nitrogenada.

Recesivos. Son los alelos que, al confrontarse con los opuestos, no aparecen en el fenotipo de F1.

Ribosomas. Organismo que consiste en dos subunidades, cada una compuesta de ARN ribosomal y que participa en la producción de aminoácidos y proteínas.

Secuenciar. En genética se refiere a determinar la secuencia en que se encuentran los nucleótidos de cada gene.

Semen. Líquido secretado por la próstata, con una gran cantidad de sustancias nutritivas y que sirve como medio para que los espermatozoides lleguen al aparato reproductor femenino.

Transgénico. Organismo al que se ha incorporado en su material genético, fragmentos de ADN de otra especie.

Scanned with CamScanner

Bibliografía para el maestro

Unidad 1. El mundo vivo y la ciencia que lo estudia

Alexander, P., M. J. Chavez, Courts y N. S. D. Alessio, *Biología*, Editorial Prentice Hall, México, 1996 (Unidades 1, 2 y 5).

Curtis, H. y Barnes N. Sue, *Biología*, Editorial Médica Panamericana, México, 1993.

De Kruif, P., *Los cazadores de microbios*, Editorial Porrúa, México, 1995.

De Hita, M.M.C. y Trejo, B. F. J., *Manual de la estrategia didáctica para la enseñanza aprendizaje de las ciencias y su método*, CCH SUR-UNAM, México, 1997.

Gómez, R.I., *El método experimental*, Editorial Harla, México, 1983.

Méndez, R.I. Namihira y L. Moreno, *El protocolo de investigación, lineamientos para su elaboración y análisis*, Editorial Trillas, México, 1991.

Otto, J.H. y A. Towle, *Biología moderna*, Editorial McGraw-Hill, México, 1989.

Pérez Tamayo Ruy, *¿Cómo acercarse a la ciencia?, Colección Cómo acercarse a la ciencia*, CNCA-Limusa-Gobierno del Estado de Querétaro, México, 1995.

Raulin, F., *La aparición de la vida*, Conocer la ciencia, RBA Editores, Barcelona (Unidades 1 y 3).

Riveros, G.H. y L. Rosas, *El método científico aplicado a las ciencias experimentales*, Editorial Trillas, México, 1982.

Unidad 2. Evolución: cambio de los seres a través del tiempo

Arana, F., *Continuidad y evolución de la vida*, Editorial McGraw-Hill, México, 1980.

Audesirk, T. y G. Audesirk, *Biología, La vida en la Tierra*, Editorial Prentice Hall, México, 1997 (Unidades 2 y 4).

Cruz, U.S. y Y. Arechavaleta, *Textos de Biología*, Volumen III, CCH-UNAM, México, 1986.

Darwin, C. R., *El origen de las especies*, UNAM, México, 1993.

Dobzhansky, T., *Evolución*, Editorial Omega, Madrid, 1993.

Karp, G. *Biología celular y molecular*, Editorial McGraw-Hill-Interamericana, México, 1998.

Savage, J., *Evolución*, Editorial Continental, 1988.

Unidad 3. Los seres vivos en el planeta

Cervantes, M. y M. Hernández, *Biología General*, Editorial Publicaciones Cultural, México, 1998.

Scanned with CamScanner

Lazcano-Araujo, A., *El origen de la vida*, Editorial Trillas, México 1997.

Margulis, L., *El origen de la célula*, Editorial Recerté, Barcelona, 1993.

Núñez Farfán, J. y C. Cordero, *Tópicos de biología evolutiva. Diversidad y adaptación*, UNAM, México, 1993.

Oparin, I. A., *El origen de la vida*, Editores Mexicanos Unidos, México, 1996.

Rosnay, J., *Los orígenes de la vida*, Editorial Martínez Roca, Barcelona, 1980.

Torres, J. L., *En el nombre de Darwin*, Editorial Fondo de Cultura Económica, México, 1995.

Wallace, R. A., King, J. L., y G.P. Sanders, *Evolución y microorganismos. La ciencia de la vida 2*, Editorial Trillas, México, 1990 (Unidades 3, 4 y 5).

Unidad 4. Ecología: los seres vivos y su medio

Bolaños, F., *El impacto biológico. Problema ambiental contemporáneo*, UNAM, México, 1990.

Equihua Zamora, M. y G. Benítez Badillo, *Dinámica de las comunidades ecológicas*, Editorial Trillas, México, 1983.

González F. A. y N. J. Medina, *Ecología*, Editorial McGraw-Hill-Interamericana, México, 1995.

Jessop, N.M. *Biosfera: Los seres vivos y su ambiente*, Editorial Omega, Barcelona, 1990.

Vázquez Torres G., *Ecología y formación ambiental*, Editorial McGraw-Hill-Interamericana, México, 1993.

Vázquez Yáñez, C. y A. Orozco Segovia, *La destrucción de la naturaleza*, Colección La ciencia desde México núm. 83, Editorial Fondo de Cultura Económica, México, 1991.

Ville, C. A., *Biología*, Editorial McGraw-Hill-Interamericana, México, 1991.

Unidad 5. Genética: la ciencia de la herencia

Audesirk, T. y G. Audesirk, *Biología I. Unidad en la diversidad*, Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, México, 1997.

Audesirk, T. y G. Audesirk, *Biología 3. Evolución y ecología*, Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, México, 1996.

Curtis, H. y Barnes N. Sue, *Biología*, Editorial Médica Panamericana, México, 1993.

Otto, J.H. y A. Towle, *Biología moderna*, Editorial McGraw-Hill, México, 1989.

Pié, M., *El mensajero hereditario: una introducción a la genética*, Editorial Trillas, México, 1988.

Soberón, F., *La ingeniería genética y la nueva biotecnología*, Editorial Fondo de Cultura Económica, México, 1996.

Scanned with CamScanner

Notas

Scanned with CamScanner

Esta obra se terminó de imprimir en abril del 2003
en los talleres de Editorial Offset, S.A. de C.V.
Durazno No. 1 esq. Ejido, Col. Las Peritas
Tepepan, Xochimilco, C.P. 16010, México, D.F.

Scanned with CamScanner

Scanned with CamScanner

Biología

1

SECUNDARIA

En las últimas dos décadas la biología se ha desarrollado rápidamente y es necesario que los avances de esta ciencia se den a conocer. Con esta idea se elaboró ***Biología 1***, que con un lenguaje claro y sencillo busca que el estudiante pueda comprender los procesos biológicos, desde su nivel molecular hasta la formación del individuo.

El libro se divide en cinco unidades, cada una de las cuales incluye al inicio:

- Introducción al tema.
- Preguntas introductorias.
- Conceptos clave.

En el desarrollo de cada tema se cuentran breves apartados informativos identificados con el título ¿Sabías que...?. En ellos se proporciona información atractiva, relacionada con temas relevantes. Respecto a las actividades, éstas son diferentes según el tema que se aborde. De este modo se propicia la realización de investigaciones bibliográficas, experimentos, prácticas de campo, ejercicios de reflexión y análisis.

Biología 1 pertenece a la serie de libros de texto *PATRIA* que siguen los contenidos correspondientes a la asignatura de secundaria. Además, se han realizado con base en un innovador diseño que facilita la lectura, permite la rápida identificación de los temas de estudio, la localización inmediata y el uso óptimo de la información de refuerzo.

Así es como *EDITORIAL PATRIA* apoya la tarea de quienes participan en la enseñanza de las materias que componen el plan de estudios de la educación secundaria.

GRUPO PATRIA CULTURAL

EDITORIAL PATRIA

ISBN 970-24-0417-7

9 789702 404170

Scanned with CamScanner